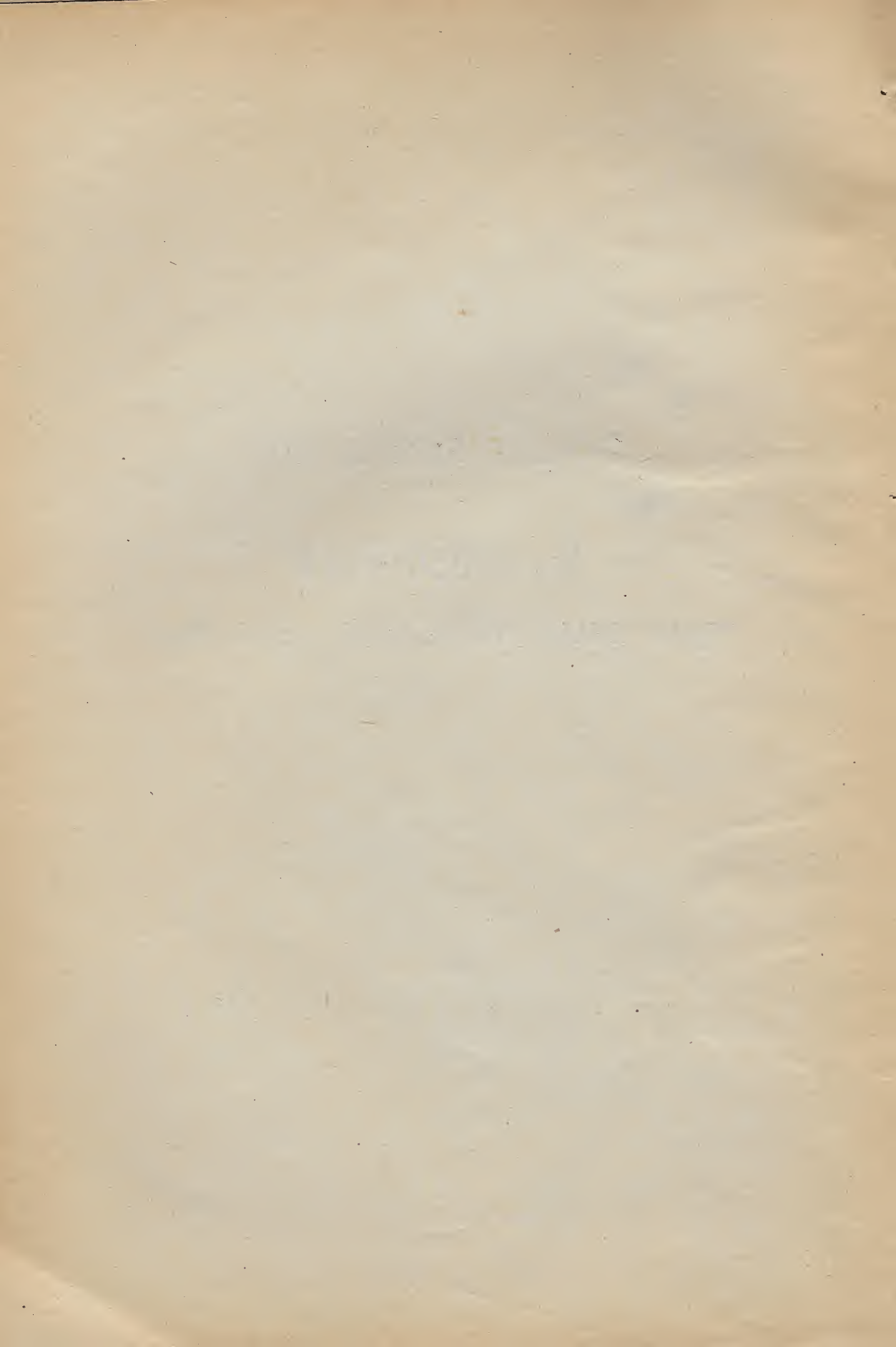
CAMILLO FLAMMARION

IL MONDO

PRIMA DELLA CREAZIONE DELL'UOMO

IL MONDO

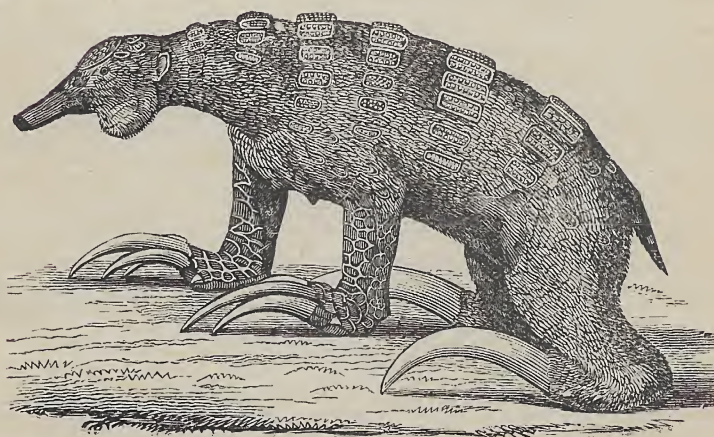
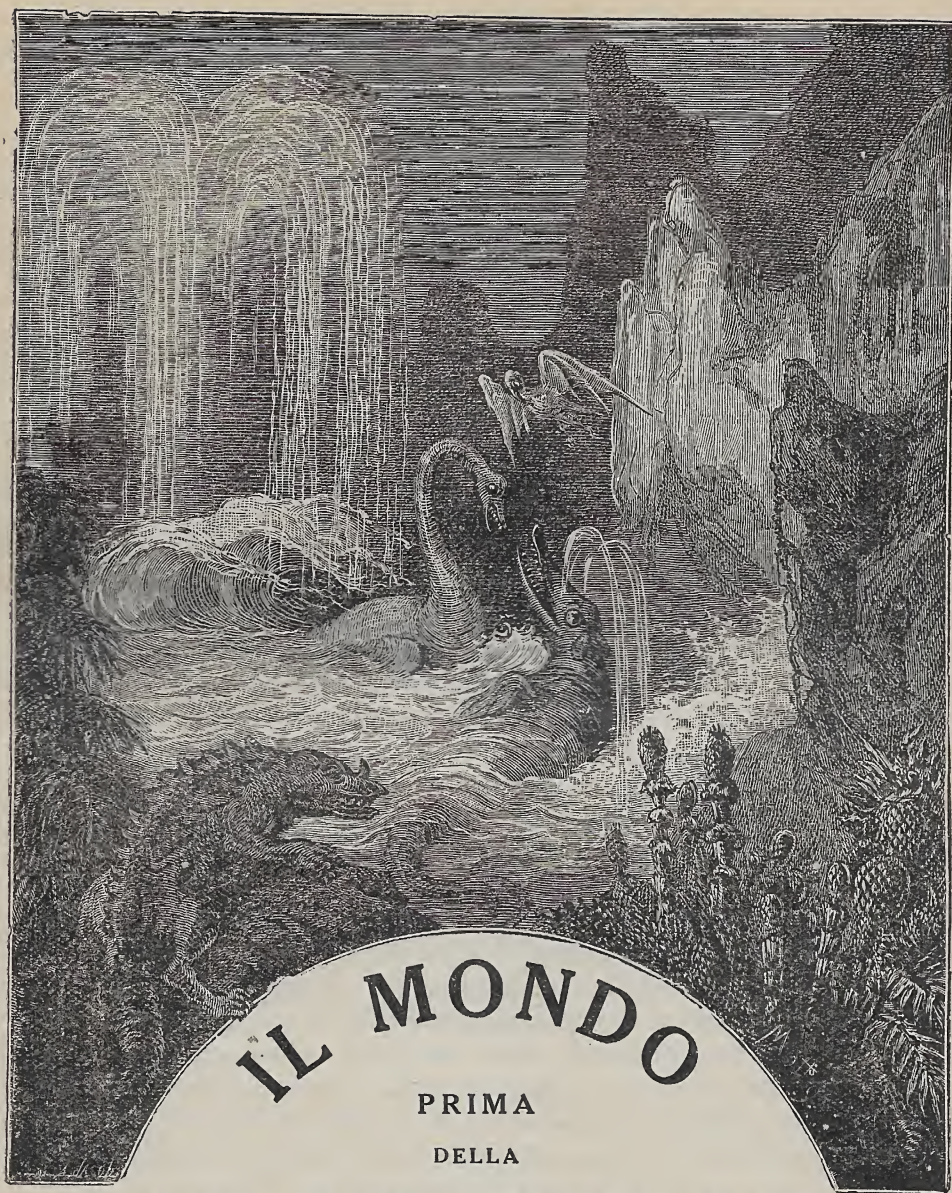
PRIMA DELLA CREAZIONE DELL'UOMO

DI

CAMILLO FLAMMARION

TRADUZIONE CON NOTE
DEL

Dott. DIEGO SANT'AMBROGIO

Illustrato da oltre 400 figure

CASA EDITRICE SONZOGNO - MILANO
Via Pasquirolo, 14
Stampato in Italia

IL MONDO
PRIMA
DELLA
CREAZIONE DELL'UOMO

CAPITOLO PRELIMINARE.

I PRIMI GIORNI DELLA TERRA.

Vi fu un tempo in cui l'Umanità non esisteva. La terra offriva allora un aspetto differente affatto da quello ch'essa presenta oggidì. In luogo della vita intelligente, laboriosa e attiva che circola sulla sua su-

perficie; in luogo di queste città popolate, dei nostri villaggi e delle nostre abitazioni; di questi campi coltivati, dei vigneti e dei giardini; delle strade e delle ferrovie, dei navigli, delle officine nostre e dei laboratorî; in luogo di questi palazzi, dei monumenti, dei templi; in luogo di questa incessante attività umana che trae profitto attualmente di tutte quante le forze della natura, penetra le profondità terrestri, interroga gli enigmi del cielo, studia gli avvenimenti dell'Universo, e sembra concentrare in sè stessa l'intera storia del creato, non vi erano che foreste selvaggie ed impenetrabili, fiumi i quali scorrevano silenziosamente framezzo a rive solitarie, montagne senza anima viva che le ammirasse, valli senza traccia di capanne, e sere senza incanti, e notti stellate senza alcuno che le contemplasse. Non scienza, nè letteratura; non arti, nè industria, nè politica, nè storia; non parola, nè intelligenza, nè pensiero. A quell'epoca i drammi e le commedie della vita umana erano sconosciuti sul nostro pianeta. L'affezione non men che l'odio, l'amore e la gelosia, la bontà e la perfidia, l'entusiasmo, la devozione, il sacrificio, e tutti i sentimenti nobili o perversi che costituiscono la trama dell'esistenza umana, non erano ancora nati quaggiù. I cittadini della patria terrestre esistevano senza saperlo e s'affaticavano senza scopo. Erano dessi il grave mastodonte che schiacciava sotto i suoi piedi i fiori già sbocciati nelle radure dei boschi, il colossale megaterio che metteva a nudo col suo muso le radici degli alberi, il milodonte robusto che rodeva i rami più bassi dei cedri, il dinoterio gigantesco, il più grande mammifero terrestre fra quanti sieno vissuti, che immergeva le sue lunghe zanne in fondo alle acque per estirparne le piante feculente; ed erano infine le scimie mesopiteche e dryopiteche, che saltellavano agilmente sulle colline della Grecia antidiluviana e davano inizio alla famiglia sulle alture di Partenone.

In quei tempi remoti, Parigi sonnecchiava nella grande incognita dell'avvenire. Un' antica foresta aveva steso il suo tetro ammanto sull'intiera Francia, sul Belgio e sulla Germania. La Senna, dieci volte più larga d'oggidì, inondava le pianure dove la gran capitale svolge in oggi le sue splendidezze; e pesci, che ora più non esistono, si inseguivano fra quelle onde; e uccelli che ora più non esistono, cantavano su quegli isolotti; e rettili, che ora più non esistono, s'aggiravano fra gli scogli. Altre erano le specie animali e vegetali di quell'epoca; altra la temperatura, altri climi, altro il mondo.

Risalendo più lungi ancora nella storia della Terra, noi incontreremmo un' epoca in cui Parigi e la più gran parte della Francia erano sepolti in fondo alle acque, in cui il mare si estendeva da Cherbourg ad Orléans, a Lione ed a Nizza, in cui la superficie dell'Europa non rassomigliava in nulla a quella attuale, in cui la fauna e la flora differivano così stranamente da quelle che vi successero poscia, che, senza alcun

dubbio, ci rassomiglierebbero d'assai più gli abitanti di Venere e di Marte. Spaventevoli pterodattili (1) dalle larghe ali svolazzavano nel cielo, malefici precursori delle bizzarrie fantasticate poi sulla terra, e questi draghi volanti, questi giganteschi pipistrelli, erano allora i dominatori dell'atmosfera. Il dimorphodon macronyx, il crossirostris e il ramphorynchus, altrettanto barbari quanto i loro nomi, si appollaiavano sugli alberi, aiutandosi coi piedi e colle mani per arrampicarsi sull'alto dei dirupi, si slanciavano nell'aria aprendo il loro paracadute membranaceo, o si precipitavano nelle acque come anfibi. Nel tempo stesso, sauri colossali, l'ittiosauro e il plesiosauro lottavano fra loro in mezzo ai flutti sconvolti, riempiendo l'aria dei loro urli feroci, mostri macrocefali dalle larghe mascelle, e la cui statura non misurava meno di dieci o dodici metri di lunghezza (nella testa di taluno di questi dinosauri si contarono fino a duemila e settantadue denti). L'iguanosauro e il megalosauro avvivavano la solitudine delle foreste, nel seno delle quali alberi giganteschi, felci arboree, e sigillarie, e cicadee e mille sorta di conifere elevavano le loro cime piramidali, o spiegavano tondeggianti le loro cupole di verzura. Taluni iguanodonti, colla forma di canguro, raggiungevano ben quattordici metri di lunghezza; talchè appoggiando le loro zampe sopra una delle nostre case più alte, essi avrebbero potuto mangiare al balcone di un quinto piano... Quali masse prodigiose! quali animali e quali piante in confronto del nostro mondo attuale! Questi esseri fantastici valgono ben quelli che l'imaginazione umana ha inventati, e centauri, e fauni, e grifoni, e amadriadi, chimere, mostri voraci, vampiri, e idre, e dragoni, e cerberi: oltre a ciò, essi sono reali; essi hanno vissuto in seno alle foreste primeve; essi hanno visto le Alpi e i Pirenei emergere lentamente dal mare, elevarsi al disopra delle nubi e riabbassarsi. Essi si sono aggirati tra i viali ombreggiati dalle felci o dalle araucarie. Oh! paesaggi grandiosi delle età scomparse! nessun sguardo umano vi ha contemplati, nessun orecchio mortale ha afferrato le vostre armonie, niun pensiero era ridesto davanti ai vostri magici panorami! Durante il giorno, il sole non rischiarava che i combattimenti e i sollazzi della vita animale. Durante la notte la luna brillava silenziosa sopra il sonno profondo della natura incosciente.

Fino dalla formazione della Terra, fino dall'epoca remotissima in cui, staccatasi dalla nebulosa solare, essa esiste come pianeta, o si condensò in globo, si raffreddò, e, solidificandosi, divenne abitabile, milioni e milioni d'anni si sono succeduti in numero tale che tutta quanta la storia dell'umanità si dissipa davanti a quel ciclo immenso. Quindici o ventimila anni di storia umana non rappresentano certamente che una debole

---

(1) Ordine estinto di rettili sauri, caratteristici dell'epoca secondaria.

Nota del Trad.

Fig. 2. — Foreste selvagge impenetrabili... il grave mastodonte schiacciava sotto i suoi piedi i fiori già sbocciati nelle radure dei boschi.

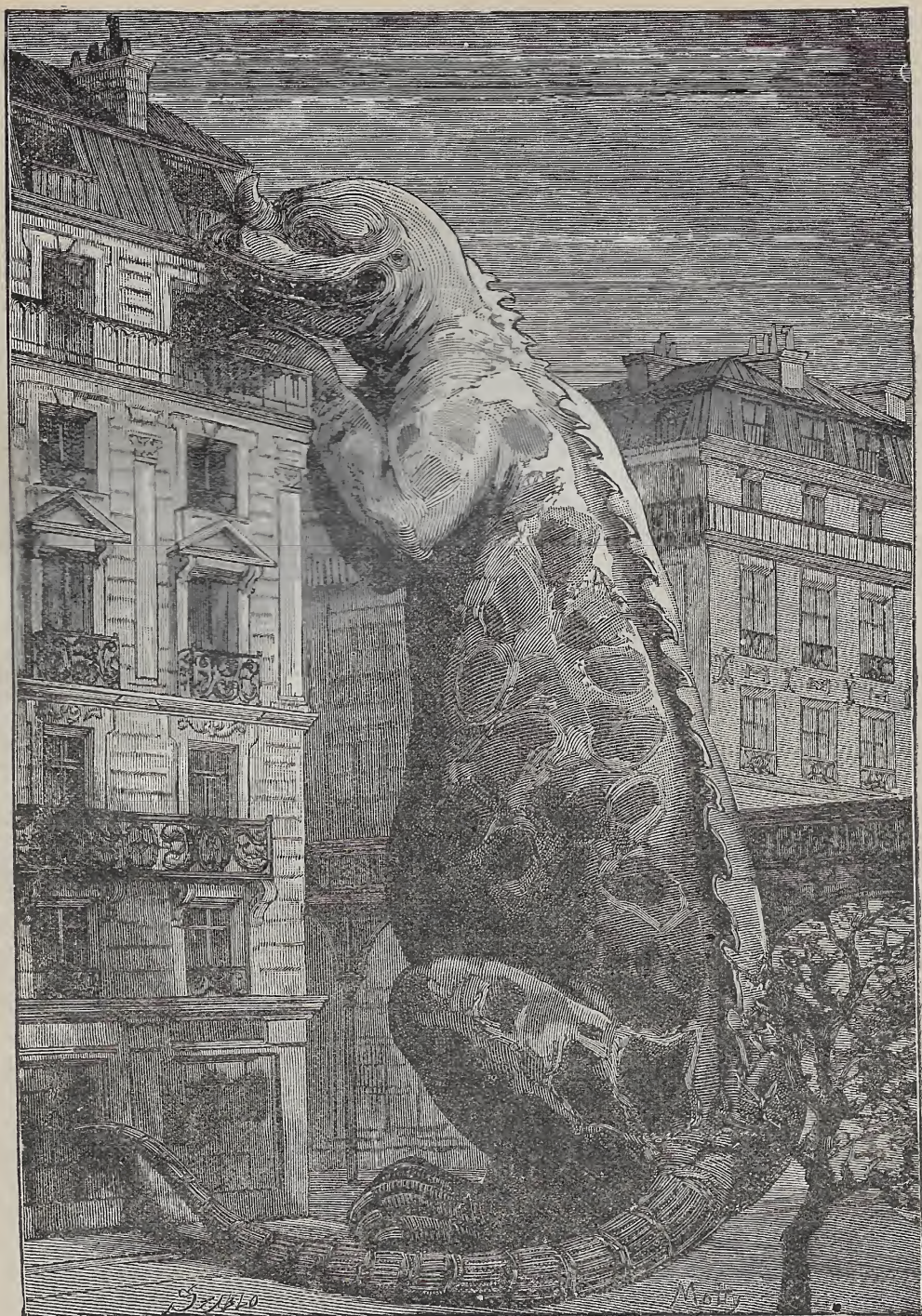



Fig. 3. — Appoggiando le loro zampe sopra una delle nostre case più alte, essi avrebbero potuto mangiare al balcone di un quinto piano.

parte del periodo geologico contemporaneo. Accordando centomila anni d'età (il che è già un minimum) all'epoca attuale, la quale pei suoi caratteri vitali ci si palesa come la quarta dal principio del mondo, e che porta in geologia il nome di epoca quaternaria, l'èra terziaria sarebbe durata trecentomila anni, l'èra secondaria un milione e duecentomila, e l'èra primaria più di tre milioni di anni. È, al minimum, un totale di quattro milioni e settecentomila anni dopo la comparsa delle specie animali e vegetali relativamente superiori. Ma queste epoche erano state precedute esse stesse da un'èra primordiale, durante la quale la vita nascente non fu rappresentata che dai suoi primitivi rudimenti, e da specie inferiori, alghe, crostacei, molluschi invertebrati o vertebrati senza testa, e quest'èra primordiale parrebbe occupare i cinquantatrè centesimi dello spessore delle formazioni geologiche, ciò che assegnerebbe a quella sola epoca, secondo la scala precedente, cinque milioni e trecentomila anni!

Questi dieci milioni d'anni del calendario terrestre possono rappresentare l'età della vita. Ma la genesi dei preparativi era stata incomparabilmente più lunga ancora. Il periodo planetario anteriore all'apparizione del primo essere vivente ha sorpassato considerevolmente in durata il periodo della successione della specie. Esperienze assennate ci conducono a stabilire che, per passare dallo stato liquido allo stato solido, per raffreddarsi da 2000° a 200°, il nostro globo ha richiesto non meno di trecentocinquanta milioni d'anni!

Quale storia quella d'un mondo! Tentare di concepirla è avere la nobile ambizione d'iniziarsi ai più profondi ed importanti misteri della natura, è desiderare di penetrare nel pensiero degli dèi antichi che s'erano diviso tra loro il governo dell'universo. E come non interessarsi a queste meravigliose conquiste della scienza moderna, la quale, scrutando ansiosa le tombe della terra, ha saputo risuscitare i nostri antenati dispersi! Al comando del genio umano, questi mostri antidiluviani hanno trasalito nei loro tetri sepolcreti, e da una cinquantina d'anni in ispecial modo, essi si sono levati, ad uno ad uno, dalle loro tombe, e sono usciti dalle petriere, dai pozzi dei minatori, dai tunnel, da tutti gli scavi, e sono riapparsi alla luce del giorno. Da tutte le parti, con fatica, lentamente, e quasi in istato di letargo, fatti a brani, la testa qua e le membra più lontano, spesso incompleti, questi vecchi cadaveri, già pietrificati al tempo del diluvio, hanno udito la tromba del gran giudizio, del giudizio della Scienza, ed essi sono risuscitati, e riunitisi come un'armata di legioni straniere di tutti i paesi e d'ogni secolo, ecco che essi vengono a sfilarci davanti, strani, bizzarri, inaspettati, goffi, maldestri, mostruosi, quasichè sembrassero venire da un altro mondo, ma forti, solidi, soddisfatti d'essi stessi, quasichè avessero coscienza del loro valore, e ci dicessero nel loro silenzio da statua: « Eccoci, siamo noi, i vostri antenati; noi, senza di cui voi non esistereste. Fissateci e

ricercate in noi l'origine di ciò che voi siete, poichè siamo noi che vi abbiamo fatti. Di quei vostri occhi, con cui voi scrutate l'infinitamente grande e l'infinitamente piccolo, ecco i primi saggi modesti, rudimentari, ma di ben grande importanza, giacchè se quei primi tentativi non avessero sortito esito in noi, voi sareste ciechi. Le vostre mani, così eleganti, e così sapientemente modellate, ecco di quali zampe sono esse il perfezionamento; orsù, non ridete troppo delle nostre zampe quando trovate le vostre mani utili e ben fatte. La vostra bocca, la vostra lingua, i vostri denti, tutto ciò è, a dir vero, ben delicato, piacente, gentile, ma sono le nostre fauci, i nostri musi, i nostri graffi, i nostri becchi che divennero la vostra bocca. I vostri cuori battono dolcemente, misteriosamente, e questi palpiti umani, che noi non conosciamo, vi procurano, a quanto dicesi, emozioni così profonde e così intime, che talvolta voi dareste il mondo intiero per soddisfare l'infima d'esse; ebbene, ecco in qual modo ha cominciato la circolazione del sangue, ecco il primo cuore che ha battuto sulla terra. E il vostro cervello? voi vi specchiate in esso, voi salutate in lui il seggio dell'anima e del pensiero, e ne apprezzate a tal punto l'incomparabile sensitività, che a stento osate di approfondirne la delicata struttura; orbene, il vostro cervello è il nostro midollo, il midollo delle nostre vertebre che s'è sviluppato, perfezionato, purificato, e senza di noi il geologo, l'astronomo, il naturalista, lo storico, il filosofo, il poeta non esisterebbero. Sì, eccoci, salutate i padri vostri! »

Così parlerebbero tutti questi fossili, le scimie, le proscimie (1), i marsupiali, gli uccelli, i rettili, i serpenti, gli anfibi, i pesci, i molluschi, e direbbero il vero, inquantochè l'uomo è il ramo più alto dell'albero della natura, e le sue radici s'affondano nella terra comune, e l'albero che porta questo bel frutto è formato da tutte queste specie, in apparenza così differenti, ma in realtà vicine, affini, sorelle. — Essi sono risuscitati, e il naturalista li classifica.

E qual è l'essere intelligente e curioso, quale il pensatore, qual è fin anco il semplice lettore d'appendici e romanzi popolari, che non preferirebbe, per un istante almeno, ad una lettura inutile, quella di questo gran libro della Natura aperto per tutti gli occhi, così attraente nelle sue rivelazioni, che sa tanto cattivarci colle sue sorprese, e così superiore a tutte le finzioni e a tutti i racconti? chi non preferirebbe questo ammirabile libro della Natura a tutti gli altri? chi non amerebbe iniziarsi direttamente a questo grande mistero dell'origine dell'uomo, della genesi della Terra, e della culla dell'Universo? Vi è egli argomento che ci tocchi più da vicino, e possa interessare maggiormente la nostra intelligente curiosità?

(1) Famiglia di quadrumani, detti anche lemuri. *Nota del Trad.*

Studiare la storia della Terra è studiare ad un tempo l'Universo e l'uomo, giacchè la Terra è un astro nell'Universo, e l'uomo è la risultante di tutte le forze terrestri. Egli non è già il prodotto di un miracolo; ma il figlio della natura.

Nessun può credere oggidì che il mondo sia stato creato in sei giorni seimila anni fa, che gli animali siano usciti d'improvviso dalla terra alla voce d'un Creatore, già formati, adulti, e associati in coppie di maschi e femmine, dall'elefante fino alla pulce ed ai microbî microscopici;

Fig. 4. — Invece di Parigi, vi era il mare... e pterodattili dalle larghe ali svolazzavano nel cielo.

che il primo cavallo sia sbucato fuori da un poggio; che la prima quercia sia stata creata secolare. Niuno può ammettere parimenti che l'umanità abbia avuto principio da una coppia di due giovani creati in un tratto completi all'età virile, e collocati in un giardino preparato per riceverli, in mezzo a fiori ed a frutta mature. Senza dubbio era quella una mitologia seducente e terribile al tempo stesso. Adamo, che nasce all'età di venti o trent'anni, s'annoia ben presto d'esser solo, e Jehovah, staccandogli una costa durante il sonno, ne forma il corpo della prima vergine.

Fig. 5. — Oh! paesaggi grandiosi delle età scomparse! nessun sguardo umano vi ha contemplati, nessun orecchio mortale ha compreso le vostre armonie.

Dio, che passeggia nel giardino durante gli ardori delle ore pomeridiane, e li sgrida d'aver ceduto alla tentazione per la quale egli aveva creata Eva; i figli di quella prima coppia, maledetti fin dal loro nascimento, e il diluvio che giunge a punirli delle loro prevaricazioni; poi Noè, che rinchiude nell'Arca tutte le specie di animali, ecc., tutto ciò è originale, ma ingenuo; e gli amici del miracolo devono rimpiangere che ciò non possa essere vero. Ma nessuno ignora ai giorni nostri che Dio non ha creati gli animali che esistono attualmente, e che questi ultimi sono stati preceduti da specie primitive, differenti, ma non straniere, sconosciute al tempo di Mosè; nessuno ignora che il nostro globo è assai antico, e che i suoi strati geologici racchiudono i fossili delle età disparse; nessuno ignora che anatomicamente il corpo dell'uomo è lo stesso di quello dei mammiferi; nessuno ignora che noi possediamo inoltre degli organi atrofizzati, che non ci servono a nulla, e che sono le vestigia di quelli che esistono ancora presso gli animali nostri antenati, nessuno ignora che ognuno di noi è stato, prima di nascere, durante i primi mesi di concepimento nel seno della propria madre, mollusco, pesce, rettile, quadrupede, riassumendo così la natura in piccolo la sua grand'opera dei tempi antichi; nessuno ignora infine che tutte le specie viventi sono legate fra di loro come gli anelli d'una stessa catena, che si passa dall'una all'altra mediante gradini intermediari insensibili, che la vita è cominciata sulla terra dagli esseri più semplici ed elementari, da piante che non avevano nè foglie, nè fiori, nè frutta, e potevano a mala pena portare la designazione di piante, da animali che non avevano nè testa, nè senso, nè muscoli, nè stomaco, nè mezzi di locomozione, e che meritavano a mala pena il nome di animali, e che lentamente, insensibilmente quasi, per gradazioni, secondo lo stato dell'atmosfera e delle acque, la temperatura, le condizioni di mezzo e d'alimentazione, gli esseri sono divenuti più vitali, più sensibili, dotati di maggior personalità, meglio individualizzati, più perfezionati, per giungere alla perfine a questi fiori brillanti e profumati che sono l'ornamento delle campagne attuali, agli uccelli che cantano nei boschi... per giungere sopratutto all'essere umano, il più elevato di tutti nell'ordine della vita. Sì, noi abbiamo le nostre radici nel passato, noi abbiamo ancora dei minerali nelle nostre ossa, ed il miglior patrimonio nostro lo ereditammo dai nostri avi della serie zoologica, e sotto alcuni rispetti siamo ancora un po' piante; non lo sentiamo noi in primavera, in quei bei giorni inondati di sole in cui i succhi della vita circolano con maggior intensità nelle arterie dei fiorellini e dei grandi alberi?

L'essere umano, il re della creazione terrestre, non è d'altronde così isolato, così nettamente staccato dai suoi antenati, così personale, così intelligente quanto sembra. È al contrario assai vario egli stesso nelle sue manifestazioni.

Sui mille e quattrocento milioni d'esseri umani che esistono intorno al nostro globo (e che si riproducono senza un solo istante di tregua, allo scopo di dare alla natura centomila nascite per giorno) non ve ne sono forse molti, e quanti! che vivono senza compir mai un atto d'intelligenza?

E invero, vi sono, non solamente nei paesi selvaggi, non solamente presso le tribù dell'Africa centrale, presso i Samoiedi o gli abitanti della Terra del Fuoco, ma altresì presso i popoli civilizzati, milioni d'esseri umani i quali non pensano, i quali non hanno mai domandato a sè stessi perchè esistono sulla terra; che non s'interessano a nulla, nè alle stesse loro sorti, nè alla storia dell'umanità, nè a quella del pianeta; che non sanno dove essi sono, e non se ne inquietano menomamente; in una parola che vivono assolutamente come bruti. Gli uomini che pensano, che esistono per lo spirito, sono una minoranza nella nostra specie. Il loro numero tuttavia si accresce di giorno in giorno. Il sentimento della curiosità scientifica s'è risvegliato e si sviluppa. Il progresso che s'è manifestato con lentezza nel perfezionamento dei sensi e del cervello della serie animale, continua, e noi lo veggiamo all'opera nella nostra stessa specie, in passato rude, grossolano, barbaro, in oggi più sensibile, delicato ed intellettuale. L'uomo cangia più rapidamente forse d'ogni altra specie. Chi ritornasse sulla terra fra centomila anni non riconoscerebbe più l'umanità.

Già fin d'ora, quando noi paragonassimo uno dei passeggi di Parigi, la sala dell'Opéra in una sera di prima rappresentazione, una veglia da ballo, un concerto sinfonico, una seduta dell'Istituto, un esercito in campagna, ecc., colle riunioni primitive dei nostri antenati dell'età della pietra, noi non potremmo a meno di riconoscere un progresso evidente a favore della nostra epoca, non solamente morale, ma fisico. Non sono più gli uguali uomini, nè le stesse donne. La distinzione dello spirito e l'eleganza del corpo si sono affinati. I muscoli sono meno forti, i nervi più sviluppati. L'uomo moderno è meno materiale, meno rozzo; insensibilmente, il cervello ha il sopravvento. La donna moderna è più artista, più fine; essa è inoltre più bianca; la sua capigliatura è più lunga e setacea, il suo sguardo più limpido, più piccola la sua mano, ed è di una indolenza più voluttuosa. Di tratto in tratto delle invasioni barbariche tutto sconvolgono e determinano un abbattimento generale. Ma non è che la fermata d'un momento, e il passare d'un turbine. L'insieme della massa è trasportato verso l'incosciente desiderio del meglio, verso l'ideale, verso la regione dei sogni. Si cerca. Che cosa? Nessuno lo sa. Ma si aspira, e l'aspirazione trascina seco l'umanità verso uno stato intellettuale sempre più progredito, e non mai soddisfatto. Il cranio foggia il cervello, e il corpo lo spirito.

L'esercizio delle membra sviluppa quelle che vengono più adoperate;

quelle trascurate scemano a poco a poco e finiscono perfino ad atrofizzarsi. Si potrebbe giudicare dei costumi d'un' epoca dalla statura degli individui. Benchè ai giorni nostri si possa ancora sostenere, con una apparente verosimiglianza, che « la forza conculca il diritto », gli spiriti sono abbastanza progrediti per sentire che è quello un assioma completamente falso. Verrà un giorno in cui non vi saranno più nè armate, nè guerre, in cui l'uomo si sentirà coperto di vergogna vedendo come egli non s'affatichi che per mantenere in armi dei reggimenti, e in cui la

Fig. 6. — L'ittiosauro e il plesiosauro lottavano fra loro in mezzo ai flutti sconvolti.

Francia, l'Europa e il mondo intero fatto libero, respireranno senza ceppi, scuotendo e gettando nel letamaio questo mantello di lebbra, di sciocchezza e d'infamia che vien chiamato il *budget* della guerra.

No, colui che ritornasse sulla terra fra centomila anni, non riconoscerebbe più l'umanità. Nessuna delle nostre lingue sussisterà allora, e vi si parlerà un linguaggio tutt'affatto diverso. Non più una delle nostre nazioni, non una delle nostre capitali. Una civiltà rigogliosa avrà portata la luce nell'Africa centrale. L'Europa sarà passata al disopra del-

G. Devy

Fig. 7. — In seno alle cave profonde, il minatore incontra le vecchie foreste sepolte.

'America per andare a ritrovare la Cina. L'atmosfera sarà solcata da aeroscafi che sopprimeranno le frontiere. e semineranno la libertà sugli Stati Uniti dell'Europa e dell'Asia. Nuove forze fisiche e naturali saranno state conquistate... e chissà! che qualche telegrafo fotofonico non ci faccia conversare cogli abitanti dei pianeti più vicini.

La terra cambia senza posa, lentamente, poichè la sua vita è lunga, ma perpetuamente. — Qui il mare rode le scogliere e s'avanza nell'interno delle terre; là al contrario i fiumi trasportano sabbie e ghiaia, formano delta, estauri e vedono protendersi le loro rive nel mare; le pioggie e i venti fanno discendere le montagne nei fiumi e nell'Oceano; le forze sotterranee ne sollevano altre; i vulcani distruggono e creano; le correnti del mare e dell'atmosfera modificano i climi; le stagioni variano periodicamente; le piante si trasformano non solamente per la coltura dell'uomo, ma altresì per le variazioni dell'ambiente; gli uccelli della città costruiscono in oggi i loro nidi coi rifiuti delle manifatture; le città umane nascono, vivono e muoiono; un moto prodigioso travolge ogni cosa nel suo corso. In quelle ore patetiche della sera in cui, sul declivio delle colline solitarie, noi fuggiamo i rumori del mondo per associarci ai misteriosi spettacoli della natura, nell'ora in cui il sole sta per tramontare nel suo letto di porpora e d'oro, in cui la luna falcata si stacca, celeste navicella, sull'oceano azzurrino, e in cui le prime stelle si accendono nell'infinito, ne sembra allora che tutto sia in riposo, in riposo assoluto intorno a noi, e che la natura incominci ad addormirsi in un sonno profondo; orbene quest'apparenza è fallace. Nella natura non vi è mai riposo, ma sempre lavoro, lavoro armonico, vivente e perpetuo. La terra sembra immobile; ed essa ci trasporta nello spazio con una velocità di 26 500 leghe all'ora; mille e cento volte la velocità d'un treno diretto; la luna ne par ferma, ed essa ci segue nel nostro corso intorno al Sole e gira intorno a noi in ragione di più di mille metri al minuto secondo, adoperandosi ad ogni istante, colla sua attrazione, per smuovere il nostro globo, spingerlo innanzi o indietro, produrre le maree, ecc. Anche le stelle ci sembrano fisse; e ciascuna d'esse vola invece con una rapidità vertiginosa, inconcepibile, percorrendo sino a due, tremila leghe all'ora. Il Sole stesso sembra tramontato, ed egli brilla sempre, senza aver mai conosciuto la notte, e s'avvolge in bagliori intensi, e lancia incessantemente intorno ad esso, colle sue irradazioni di luce e di calore, delle esplosioni di fuoco che si elevano a quattro o cinquecento leghe di altezza, ricadendo in fiamme d'incendio sull'oceano solare che arde sempre. — Il fiume che scorre ai nostri piedi è calmo come uno specchio; ma egli va, va sempre, riconducendo senza posa all'Oceano l'acqua delle pioggie che sempre cadono dal cielo, delle nubi che sempre si formano, dei vapori che sempre s'inalzano dall'Oceano. Anche l'erba sulla quale stiamo seduti non parrebbe esser che un tappeto inerte: ma essa cre-

sce e si fa alta, e giorno e notte, senza un istante di riposo, le molecole d'idrogeno, d'ossigeno, d'acido carbonico vi fanno lotta o vi si combinano in una attività perpetua: l'uccello sta zitto nei boschi, ma sotto la tepida peluria della femmina che cova, le uova sono in vibrazione profonda, e bentosto i piccini stanno per uscirsene. Noi stessi infine che contempliamo, fantasticando, questo grande spettacolo della natura, noi ci crediamo in riposo, e siamo inclinati a credere che almeno durante il nostro sonno la natura riposi in noi; errore, errore profondo! Il nostro cuore pulsa, spingendo ad ogni battito la circolazione del sangue fino all'estremità delle arterie; i nostri polmoni funzionano, rigenerando senza tregua questo fluido della vita; le molecole costitutive di ogni millimetro del nostro corpo si urtano, si sovrappongono, si accoppiano, si inseguono, si sostituiscono senza un minuto di fermata, e se noi potessimo studiare col microscopio i tessuti dei nostri organi, i nostri nervi, il nostro sangue, il nostro midollo, e sopratutto la fermentazione d'ogni particella del nostro cervello, noi assisteremmo a un lavoro intimo permanente, che fa vibrare notte e giorno ogni atomo del nostro essere, dal momento della nostra concezione fino al nostro ultimo respiro e più oltre, giacchè partitasene l'anima, questo corpo ritorna, molecola per molecola, alla natura terrestre, alle piante, agli animali e agli uomini che ci succedono; nulla si perde, nulla si crea, e come noi siamo composti della polvere dei nostri avi, così i nostri discendenti lo saranno della nostra.

Tutto cambia, tutto si metamorfosa. Non vi è stata maggior copia di creazione d'oggidì. La causa prima non si è risvegliata un bel giorno, dopo un' eternità d'inazione, per creare il mondo! ella è la forza iniziale anche della natura, e fin dal primo momento della sua esistenza, essa agisce. L'Universo è coeterno con Dio, e infinito come lui. Invano mille religioni diverse hanno avuto l'audacia ingenua d'inventare degli dèi a imagine dell'uomo; invano una d'esse osa pretendere che l'uomo può alla sua volta crear Dio e metterselo nella tasca; sono queste inqualificabili stravaganze. Dio è l'Infinito e l'Inconoscibile. L'Universo è in creazione perpetua. Genesi di mondi si accendono oggigiorno nei cieli; lente agonie hanno fine intorno ai vecchi soli, e cimiteri di pianeti estinti si aggirano nella profondità di notti stellate. Le comete vagabonde, che gravitano di sistema in sistema, seminano sui loro passi le stelle filanti, ceneri di mondi distrutti, e il carbonio germe degli organismi venturi. Ogni pianeta ha la sua infanzia, la sua giovinezza, la sua età matura, la sua vecchiezza, la sua morte. Verrà giorno in cui il viaggiatore, errando sulle rive della Senna, del Tamigi, del Tebro, del Danubio, dell'Hudson, della Neva, cercherà il posto in cui Parigi, Londra, Roma, Vienna, Nuova York, Pietroburgo avranno, durante tanti secoli, brillato, capitali di nazioni fiorenti, come cerca in oggi l'archeologo il

posto in cui Ninive, Babilonia, Tiro, Sidone, Memfi, Ecbatana risplendevano altra volta in mezzo all'attività, al lusso ed ai piaceri. Verrà giorno in cui l'umanità, più volte trasformata, discenderà la parabola del suo progresso, si stringerà cogli ultimi elementi vitali del pianeta, e s'addormenterà nell'ultimo sonno su di una terra oramai deserta e solitaria, in cui l'uccello più non farà udire i suoi canti, nè più sbocceranno i fiori: in cui l'acqua non scorrerà più, nè più soffieranno i venti; in cui il bianco sudario delle ultime nevi e degli ultimi ghiacci si allungherà sinistramente dai poli fino all'equatore. E il Sole, il nostro grande, il nostro potente, il nostro bello, il nostro buon Sole, si estin-

Fig. 8. — Impronte fossili del Labyrinthodon.

guerà esso pure nel centro del suo sistema! Nessuna tomba, nessuna pietra mortuaria, nessun epitaffio segnerà il posto in cui l'umanità tutta quanta avrà vissuto, il posto in cui tante nazioni potenti, tante glorie, tante imprese, tante gioie e tante sventure si saranno susseguite... e perfino questo posto non esisterà più, giacchè la Terra fino dalla sua origine, travolta nel suo giro affannoso intorno al Sole che voga egli pure con tutto il suo sistema, framezzo alle stelle, la Terra su cui noi siamo, non è passata due volte sulla stessa via dacchè esiste, e il solco etereo che noi abbiamo percorso insieme da un' ora in qua, questo solco di 26 500 leghe si rinchiude dietro a noi per non riaprirsi mai più sui nostri passi.

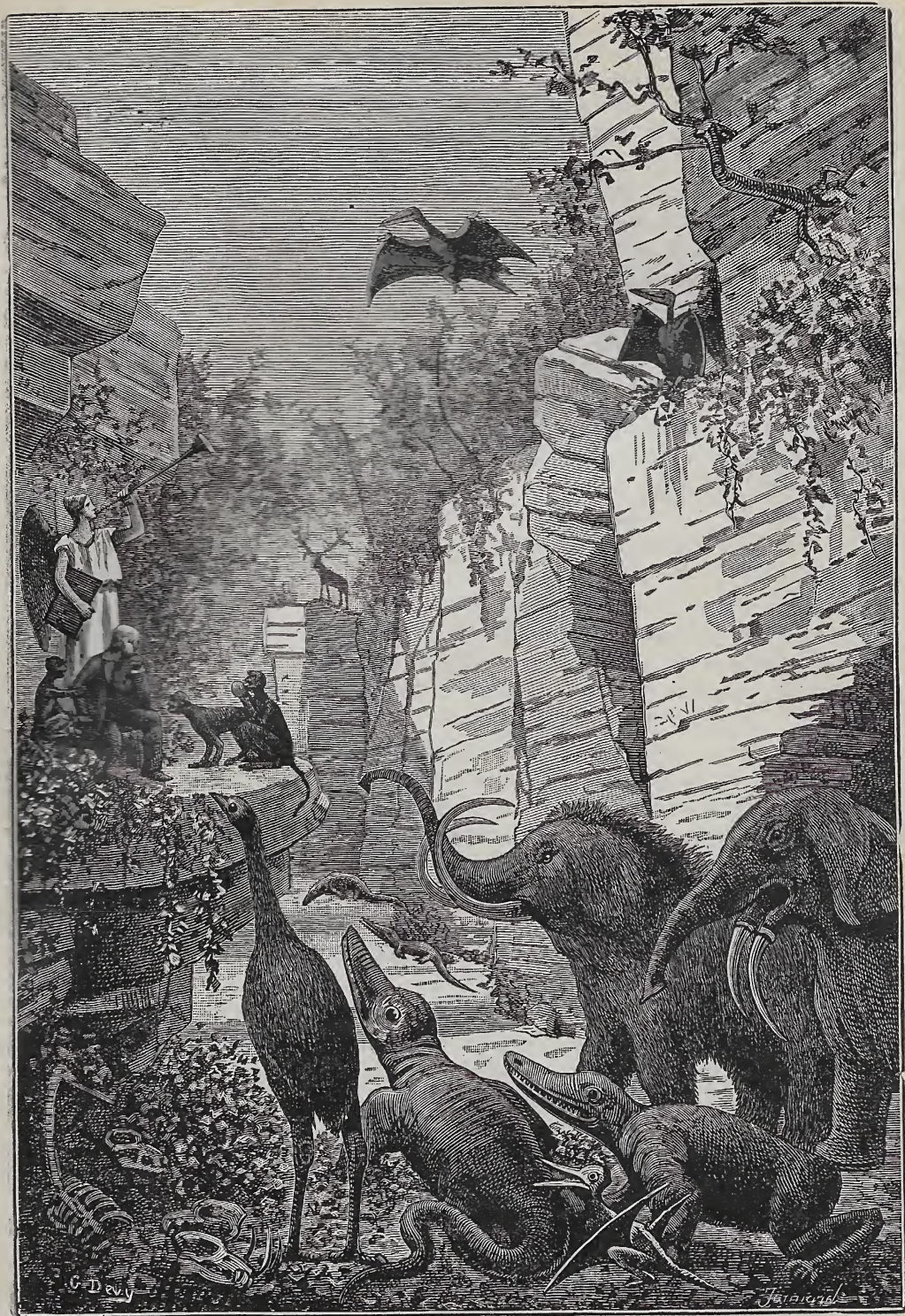



Fig. 9. — La tromba del gran giudizio della scienza ha squillato.
Essi sono risuscitati, e il naturalista li classifica.

La legge suprema del *progresso* tutto regge, tutto signoreggia. Noi non vi pensiamo, ma camminiamo innanzi con rapidità, e lungi dal desolarci in certe epoche di prostrazione, noi dovremmo essere ben soddisfatti della via percorsa. Che sono mai due, tre secoli nella storia? Sono sei, otto, dieci generazioni; è un giorno. Ora nella stessa Francia, il 1619, nel XVII secolo, sotto Luigi XIII e sotto Richelieu (è una storia di ieri), il filosofo Vanini non è egli stato bruciato vivo a Tolosa per le sue opinioni religiose, poco differenti da quelle che noi esponiamo ora? Lo si condusse intorno per la città in camicia e colla corda al collo (ed era una fredda giornata d'inverno); lo si volle forzare ad abiurare le sue idee, il che egli rifiutò; lo si fece salire sul patibolo in mezzo ad una plebaglia tumultuante; e il carnefice introdusse di viva forza le tenaglie nella sua bocca, gli strappò la lingua fino alle radici e la gettò sul fuoco mentre il dolore gli fece emettere un grido così straziante che tutti quanti vi assistevano fremettero; e infine lo si bruciò e se ne dispersero le ceneri ai venti. Forsechè esecuzioni consimili potrebbero ancora aver luogo ai giorni nostri? Fors'anco, in mezzo a violenti commozioni politiche, sotto la esacerbazione di guerre civili e internazionali, ma non mai a sangue freddo, tranquillamente, legalmente, per opinioni filosofiche o religiose. La libertà di coscienza è una conquista definitiva assicurata al progresso umano. All'epoca stessa, Giordano Bruno saliva sul rogo in piena Roma, in mezzo ad una festa pubblica, per aver proclamato una dottrina assolutamente conforme alla nostra: la pluralità dei mondi o l'inconoscibilità di Dio; nel 1634, Urbano Grandier, curato di Loudun, era bruciato vivo come stregone; e in quell'epoca d'intolleranza, migliaia di vittime spirarono sui roghi, e alla lor testa Giovanna d'Arco, mentre il popolo, il popolo ignorante e istupidito, applaudiva. Quel tempo è passato, e passato definitivamente. L'Inquisizione (benchè esista sempre) non condannerebbe più in oggi Galileo ad abiurare l'eresia del moto della Terra. La scienza, l'incremento del pensiero umano, l'affrancamento delle coscienze, la libertà trasportano l'umanità nella apoteosi della luce.

Sì, il mondo cammina verso un ideale senza tregua più elevato; i costumi si raddolciscono, gli spiriti si illuminano, l'umanità progredisce nel suo insieme del pari che in ognuno dei suoi membri. Possiamo noi ammettere che questa legge universale del progresso comune a tutti gli esseri sia senza scopo, che l'esistenza stessa delle cose non abbia meta alcuna, che l'umanità terrestre cammini verso un apogeo ideale per non lasciar nulla affatto dietro di sè, e che ognuno di noi non sia che un accidente fortuito, un fuoco fatuo che si estinguerà come si è originato; che l'Universo intero, in una parola, e tutti gli esseri eminenti od oscuri, felici od infelici, saggi o

pazzi, buoni o cattivi, virtuosi o scellerati che lo compongono, dal nostro infimo pianeta fino alle profondità più inaccessibili dello spazio infinito, possiamo noi ammettere che tutto ciò esista senza causa e senza scopo? Noi non lo pensiamo. Sarebbe triste e desolante. In questa concezione meccanica dell'Universo, tutto non sarebbe che illusione, fantasmagoria, menzogna, e vi sarebbe minor logica nel più meschino pensiero umano che nell'insieme della natura, cosicchè non avremo più che ad astenerci dal pensare per renderci degni della nostra fine. Quale strana dottrina! Ma no; ogni anima deve vivere eternamente, progredendo sempre.

La storia della Terra porta in sè stessa, a favore della legge del progresso, la più magnifica ed eloquente testimonianza che sia accessibile alle nostre osservazioni. Essa è in certa maniera il progresso stesso incarnato nella vita, dal minerale fino all'uomo. Il nostro pianeta incominciò dall'essere una nebulosa informe, che gradatamente s'è condensata in globo. Questa nebulosità gasosa, d'una densità incomparabilmente più debole di quella dell'aria che noi respiriamo, questa immensa boccia di vento, era formata d'un gas, senza dubbio omogeneo in origine, e più leggero dello stesso idrogeno. L'attrazione mutua di tutte le molecole verso il centro, la condensazione progressiva ch'ebbe a risultarne, le confricazioni e la trasformazione di questa gran cascata centripeta in calore, le prime combinazioni chimiche formatesi da questo sviluppo di calorico, l'influenza dell'elettricità, l'azione multipla e svariata delle forze della natura derivanti in certo modo le une dalle altre, determinarono la formazione dei primi elementi, dell'idrogeno, dell'ossigeno, del carbonio, dell'azoto, del sodio, del ferro, del calcio, del silicio, dell'alluminio, del magnesio, e dei diversi altri minerali che appaiono tutti formati geometricamente quasichè fossero dei multipli dell'elemento primitivo di cui l'idrogeno sembra essere la prima condensazione. Le specie minerali si sono separate successivamente.

Queste stesse sostanze che costituivano il nostro pianeta primitivo allorchè esso luceva come stella nebulosa; quest'ossigeno, quest'idrogeno, questo sodio che bruciavano, fuochi ardenti, come essi bruciano oggidì nelle vampe del Sole, si combinarono in tutt'altra maniera dopo l'estinzione della Terra come stella. Il fuoco divenne l'acqua. Fisicamente, essi costituiscono gli estremi; chimicamente è lo stesso elemento. L'oceano che ancor oggi fascia de' suoi flutti il globo, è formato d'idrogeno, d'ossigeno e di sodio.

L'osservatore dello spazio avrebbe potuto vedere il nostro pianeta brillare da principio sotto forma di pallida nebulosa, risplendere poscia come un sole, divenire stella rossa, stella cupa, stella variabile con fluttuazioni di bagliori, e perdere insensibilmente la sua luce e il suo calore per giungere allo stato in cui osserviamo oggidì Giove.

Già la Terra si aggirava intorno a sè stessa, e intorno al Sole. Allorchè si abbassò la temperatura di quella massa espansa, allorchè i vapori atmosferici si condensarono, allorchè il mare primitivo si estese tutt'intorno al globo, in mezzo alle convulsioni vulcaniche dell'infanzia terrestre, fra gli strappi dei fulmini e i fragori del tuono, nelle acque tepide e feconde, le prime piante, i primi animali si formarono mediante combinazioni di carbonio, semi solide, semi liquide, pastose, malleabili, docili, mobili e variabilissime. Questi primi esseri sono cellule primitive o semplici associazioni di cellule, di alghe, di fuchi,

Fig. 10. — Dio foggia Eva con una costola del primo uomo.
(Quadro di Michelangiolo. — Roma, Cappella Sistina.)

di anellidi, di corpi gelatinosi, di molluschi; sono inoltre minerali, non meno che piante ed animali, sono zoofiti, coralli, spugne, madrepore, crostacei. I primi animali non sono altro che piante senza radici. Mediante il perfezionamento secolare delle condizioni organiche del pianeta, mediante lo sviluppo graduale di alcuni organi rudimentali, la vita si migliora, si arricchisce, si perfeziona. Durante l'epoca primordiale non si vedono che invertebrati navigare nelle acque ancor tiepide dei mari primitivi. Verso la fine di quest'epoca, durante il periodo siluriano, si vedono apparire i primi pesci, ma

Fig. 11. — Durante questi milioni d'anni i primi abitatori del globo erano muti, sordi e senza sesso.

solamente i cartilaginosi; i pesci ossei non verranno che molto tempo dopo. Durante il periodo primario, cominciano gli anfibî mal dirozzati, i grossi e pigri rettili, e i lenti crostacei. Alcune isole si elevano dal seno delle onde, e si coprono di una vegetazione splendida. Ma il regno animale è ancora ben povero. Durante milioni d'anni tutti gli abitatori della terra sono stati sordi e muti: i primi animali apparsi sul nostro globo, quelli che occupano oggidì la serie più bassa, sono tutti sprovvisti di voce; la voce non comincia che alla metà dell'epoca secondaria, e l'orecchio non si è formato che assai più tardi. Oltre a ciò, durante milioni d'anni, animali e piante sono stati senza sesso. Le prime manifestazioni di questo genere sono meschine, mal definite, senza ardori (amori di pesci). Ma gradatamente la vita progredisce, si perfeziona. Bentosto il regno animale si diversifica in ispecie distinte e numerose. I rettili si sono sviluppati, l'ala porta l'uccello nell'aria; i primi mammiferi, i marsupiali, abitano le foreste. Durante l'età terziaria, i serpenti si staccano completamente dai rettili perdendo le loro zampe (di cui le connessure primitive sono ancor oggi visibili), il rettile uccello, l'Archeopterix, sparisce esso pure, e gli avi delle prosimie si sviluppano sui continenti insieme a tutte le robuste specie animali. Ma la razza umana non esiste ancora. L'uomo sta per comparire, simile all'animale per la sua costituzione anatomica, ma più elevato nella scala del progresso, destinato a dominare un giorno il mondo per la grandezza della sua intelligenza. Lo spirito umano brilla alfine sulla terra, contempla, percepisce, riflette, pensa, ragiona. Nella storia del pianeta, l'uomo è stato il primo abboccamento della Natura con Dio.

Ogni strato della terra nei campi e nei boschi o sui versanti delle valli, ogni banco di pietra nelle cave, ogni deposito del mare o dei fiumi, ci mostra la successione *lenta* delle epoche della natura e l'opera *secolare* della vita terrestre. Non è ancor molto che si credeva il mondo creato letteralmente in sei giorni, e scrittori quali Bernardino di Saint-Pierre fra gli altri, opinavano seriamente che gli esseri di cui vediamo gli avanzi nelle viscere della terra non hanno in realtà vissuto, e che il mondo è stato creato già vecchio. Sarebbero sorte delle foreste in piena espansione, che proteggevano animali che non avrebbero avuto infanzia: gli uccelli di preda avrebbero divorato cadaveri in cui non spirò mai soffio di vita. « Si sono viste delle giovinezze d'una mattinata, e delle decrepitezze d'un giorno. » Qual differenza di grandiosità fra questa meschina concezione del mondo e quella che noi abbiamo testè riassunta! Tenendo conto solamente della vita a cielo scoperto, negli intervalli di sommersioni oceaniche, gli abitanti di Londra non sono che i secondi locatarî del loro paese, i Parigini non ne sono che i terzi occupanti, e gli Austriaci di Vienna

furono preceduti da tre specie di esseri, appartenenti, per così dire, a tre creazioni differenti.

Gli strati geologici del globo terrestre, che noi svolgiamo oggidì come i fogli d'un libro, ci mostrano in tal modo questa successione di fossili sepolti (1). Le specie si sono succedute gradatamente, come i rami d'uno stesso albero. Esse derivano da una stessa sorgente; esse si riattaccano fra loro come gli anelli di una stessa catena; esse appartengono allo stesso ordine di cose; esse pongono ad effetto lo stesso programma.

. . . .

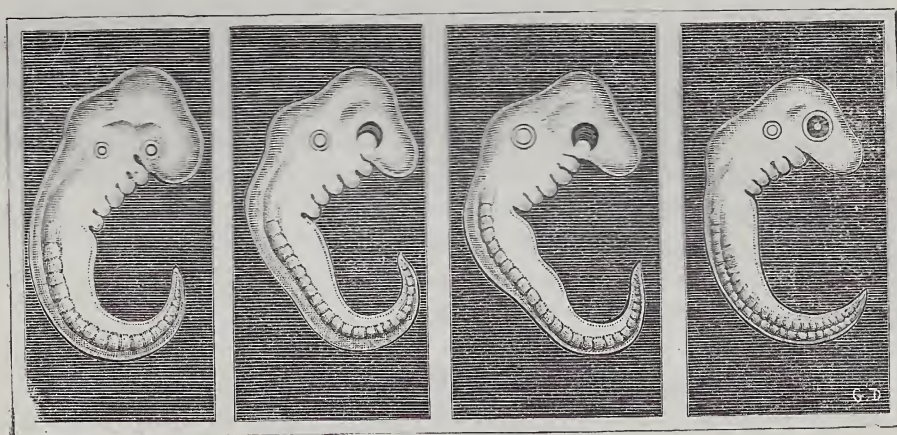
Ma non precorriamo gli spettacoli che stanno per spiegarsi davanti

Embrione umano — Pollo — Testuggine — Pesce

Fig. 12. — **Ognuno di noi è stato, nel seno della propria madre, mollusco, pesce, rettile, quadrupede. (Embrioni comparati fra di loro.)**

ai nostri occhi. È necessario, ora che noi abbiamo gustato in prevenzione di questi grandiosi problemi, entrare immediatamente nel cuore

---

(1) Omettendo la lunga epoca azoica, in cui la vita non aveva ancora fatto la sua apparizione, o vi cominciò appena coll'Eozoon canadese, noi passiamo dalle trilobiti e dalle graptoliti del Cambriano e del Siluriano, ai pesci ganoidi del Permiano, ai pesci placoidi ed ai saurî del Carbonifero, epoca in cui andarono sommerse quelle grandi foreste di sigillarie e cicadee che ci dànno in oggi i preziosi depositi di carbon fossile.

Nell'epoca mesozoica belemniti ed ammoniti percorrono i mari triasici, in cui diguazzano altresì plesiosaurî ed ittiosaurî spaventevoli. Sono dell'epoca giurese le prime tracce degli uccelli. — Poi vi sussegue il mare cretaceo, assai più calmo, con vaghe conchiglie, e turriliti ed acteonelle, le quali non di rado conservano, anche fossili, le originarie loro colorazioni.

Sono dell'epoca terziaria gli svariati esemplari della fauna eocenica, tanto studiata al monte Bolea presso Vicenza, — i giganti miocenici fra cui il mastodonte, ed il colossale megaterio del pliocene.

Nè meno interessanti ci tornano, per quanto concerne l'èra quaternaria, le vestigia dell'orso speleo e del bue primigenio, contemporanei dell'elefante antico e del rinoceronte ticorino, giganteschi mammiferi coi quali è ormai comprovato aver vissuto e lottato l'uomo primitivo.

Nota del Traduttore

dell'argomento. Come la Terra in cui noi siamo si è dessa formata? Quale fata ha vegliato sulla sua culla? È dessa veramente figlia del Sole? È dessa veramente madre della Luna? Quali vincoli di parentela riattaccano il nostro pianeta ai suoi confratelli? In qual modo le forze della natura hanno esse potuto dar origine a tutte queste meravigliose specie di animali e di piante che dànno vita e bellezza alla superficie del nostro mondo? Qual è mai più antico, l'uovo o la gallina? E che cosa è l'uovo umano? Qual seno l'ha accolto? Quale virilità l'ha fecondato? Quale Eva ha concepito il primo fanciullo? Sotto qual sole s'è egli fatto grande? Quali armonie hanno cullato i suoi primi sogni? Quali quadri, quali paesaggi, quali scene hanno abbellito i giorni della Terra, degli antichi e favolosi periodi della genesi primordiale fino alla prima associazione di famiglie umane nelle caverne dell'età della pietra, fino alle prime caccie del rinoceronte ticorino, dell'orso speleo, del cervo a corna gigantesche; fino al primo duello, fino al primo delitto, fino ai primi combattimenti col mezzo di bastoni nodosi, di mazze grossolane, d'armi di selci lavorate e di frecce d'ossidiana? Quali diluvî, quali vulcani, quali trasformazioni hanno cangiata la faccia del globo nei vecchi tempi preistorici?... Tante questioni, ed altrettanti oggetti affascinanti di studio per tutti gli amici della scienza e della natura.

. . . .

Il velo del tempio è squarciato. Penetriamo nell'augusto santuario della Creazione.

LIBRO PRIMO

IL PRINCIPIO DEL MONDO

CAPITOLO PRIMO.

LA GENESI DEI MONDI. — LE NEBULOSE.

Tratto dalle apparenze a considerare la Terra quasichè rappresentasse tutto quanto il mondo, e a non vedere nel Sole, nella Luna, nei pianeti e nelle stelle altro, fuorchè astri lontani, di minor importanza della terra, e aggirantisi intorno ad essa come satelliti subalterni, l'uomo s'è abituato a dare il titolo di *mondo* al globo che noi abitiamo, e ad associare ai destini di questo mondo quelli dell'universo intero. Per lui «il principio del mondo» o «il principio della terra» costituivano un solo ed identico fatto, esprimevano una sola ed unica idea: « la fine del mondo » o « la fine della terra » rappresentavano del pari lo stesso atto cosmologico. L'universo aveva cominciato colla terra e doveva finire con essa: la terra era fatta unicamente per l'uomo; l'uomo era il sovrano dell'universo, e i periodi della natura erano indissolubilmente associati ai destini della razza umana.

Le conquiste dell'Astronomia hanno radicalmente trasformato questa ristretta interpretazione dello spettacolo della natura; esse l'hanno ingrandita, rischiarata e trasfigurata. Noi sappiamo in oggi che la terra su cui noi siamo è ben lungi dal costituire da sè sola l'intero universo: noi sappiamo che essa altro non è che una provincia del sistema solare: ch'essa è il terzo dei pianeti che s'aggirano intorno al Sole; che tra essi e il Sole vi sono due globi, Mercurio e Venere,

gravitanti come essa intorno all'astro datore di luce; che al di là d'essa si conoscono ancora cinque pianeti importanti: Marte, Giove, Saturno, Urano e Nettuno, senza contare tutta una repubblica di piccoli mondi collocata tra Marte e Giove, e senza contare parimenti i satelliti i quali, a somiglianza della Luna che accompagna la Terra (e sono essi le due Lune di Marte, le quattro di Giove, le otto di Saturno, quelle d'Urano e di Nettuno) completano la grande famiglia del Sole.

La storia della Terra, per quanto importante ci sembri, e per quanto ne riesca interessante, non è che un capitolo, una pagina, un paragrafo della storia generale dell'universo. Se la Terra o i suoi abitanti non esistessero, l'universo seguirebbe il suo corso come lo fa al presente; prima dell'esistenza del nostro mondo, le stelle brillavano già nelle profondità dello spazio, e, ognuna d'esse essendo un sole, già versavano quelle innumerevoli faci i loro raggi di luce e di calore nello spazio; noi riceviamo solo oggidì i fasci di luce lanciati da quelle lontane sorgenti molto tempo prima della nascita del primo uomo terrestre; dopo la morte del nostro pianeta e dell'umanità sua, le stelle continueranno a brillare nel cielo, i soli dell'avvenire continueranno a rischiarare altre terre ed altri cieli, e l'universo continuerà a progredire come ai giorni nostri.

È la storia della Terra che noi stiamo per intraprendere in questa opera; ma essa tocca colla origine sua e colle sue ramificazioni quella dell'intero sistema solare. Riesce impossibile il considerare il nostro pianeta isolatamente; almeno in quanto concerne le sue origini, poichè in realtà esso non è isolato, e se noi volessimo coll'imaginazione crearcelo di getto, senza occuparci, nè del Sole, nè degli altri pianeti, noi ravviseremmo la verità solo di sbieco. Ora, che cerchiamo noi? La verità. Nessuno certo fu presente alla creazione della Terra. Nessun testimonio oculare può raccontare come hanno avuto luogo quei grandiosi avvenimenti. Ci è quindi necessario, per saperne qualche cosa, di circondarci di tutti i dati di tutti i documenti, di tutte le fonti d'informazioni che riesce possibile di raccogliere. Come il frutto viene dal fiore, e il fiore dall'albero, come la vita dell'albero ha le sue radici nel terreno che lo porta, così le origini della Terra non ponno scoprirsi che collo studio del posto che essa occupa nel sistema di cui fa parte.

Il primo colpo d'occhio sulla posizione sua e sull'insieme del sistema solare mette in evidenza dei fatti di un alto significato. Consideriamo con attenzione il complesso di tale sistema (vedi fig. 15). Il quadro è tracciato nella scala da 1 millimetro a 10 milioni di leghe. Il sole è nel centro, ma non ha potuto essere disegnato, pel motivo che, misurando esso 345 500 leghe di diametro, non avrebbe, colla scala adot-

tata, che un trentesimo di millimetro. Il pianeta più vicino all'abbagliante focolare, Mercurio, s'aggira nella sua luce alla distanza di 15 milioni di leghe — Venere a 26 milioni — la Terra a 37 milioni — Marte a 56 milioni — i piccoli pianeti a circa 100 milioni — Giove a 192 milioni – Saturno a 335 milioni — Urano a 710 milioni e Nettuno, il più lontano che si conosca, alla distanza di 1150 milioni di leghe dal centro stesso.

Tutti questi pianeti muovono intorno al Sole nello stesso senso (e cioè in senso opposto a quello del moto delle lancette d'un orologio), come lo si vede nel quadro, e il Sole gira egualmente su sè stesso e *nel medesimo senso.* Questo primo fatto è assai importante nella quistione che ci occupa. Esso ci mostra di primo acchito che vi ha unità di origine e di piano nel sistema solare, e una certa parentela che rimane a scoprirsi fra i diversi membri di questa famiglia. Il Sole regge tutto questo gruppo di pianeti che gravita intorno ad esso. Egli non li ha incontrati e conquisi casualmente nel passar via, giacchè in tal caso, essi circolerebbero, come le comete, in tutti i sensi ed in ogni direzione. Ma essi hanno la stessa di lui origine, essi gli rimangono soggetti, essi roteano nello stesso piano, nell'egual superficie, per così dire, come palle da bigliardo che girassero su di una tavola intorno ad una palla centrale.

Il Sole li domina tutti per la sua massa e la grandezza sua, e pesa settecento volte più che non tutti i pianeti insieme, e trecentoventiquattromila volte più che non la Terra sola. Egli è un milione e duecentottantamila volte più grosso del nostro pianeta, ciò che gli dà una densità d'assai minore, inquantochè non pesa che trecentoventiquattromila volte di più. Questa densità è circa il quarto della nostra; e sarebbe necessario che egli si condensasse quattro volte più di quel che è oggi, perchè un metro cubo della sua sostanza costitutiva, a ragion d'esempio, avesse la medesima densità d'un metro cubo di terra.

Si può giudicare dell'importanza del Sole comparativamente ai diversi pianeti dall'esame della figura 14 seguente, sulla quale noi abbiamo rappresentata la grandezza relativa dei principali globi del sistema solare. Si può osservare come Giove è circa undici volte più largo della Terra in diametro, e il Sole dal canto suo, undici volte più grande di Giove:

	Terra	Giove	Sole
Diametro	1	11	108
» in chilometri	12 742	140 000	1 382 200

Giove, Saturno, Urano e Nettuno sono mondi considerevoli. La Terra, Venere e Marte sono d'assai meno importanti: Mercurio è ancora di minor mole, e i piccoli pianeti che gravitano tra Marte e Giove sono assai esigui.

I fenomeni che noi osserviamo quotidianamente alla superficie del Sole provano che esso non è corpo solido, come la Terra o la Luna, ma liquido e gasoso. Questa superficie è in moto perpetuo, come un

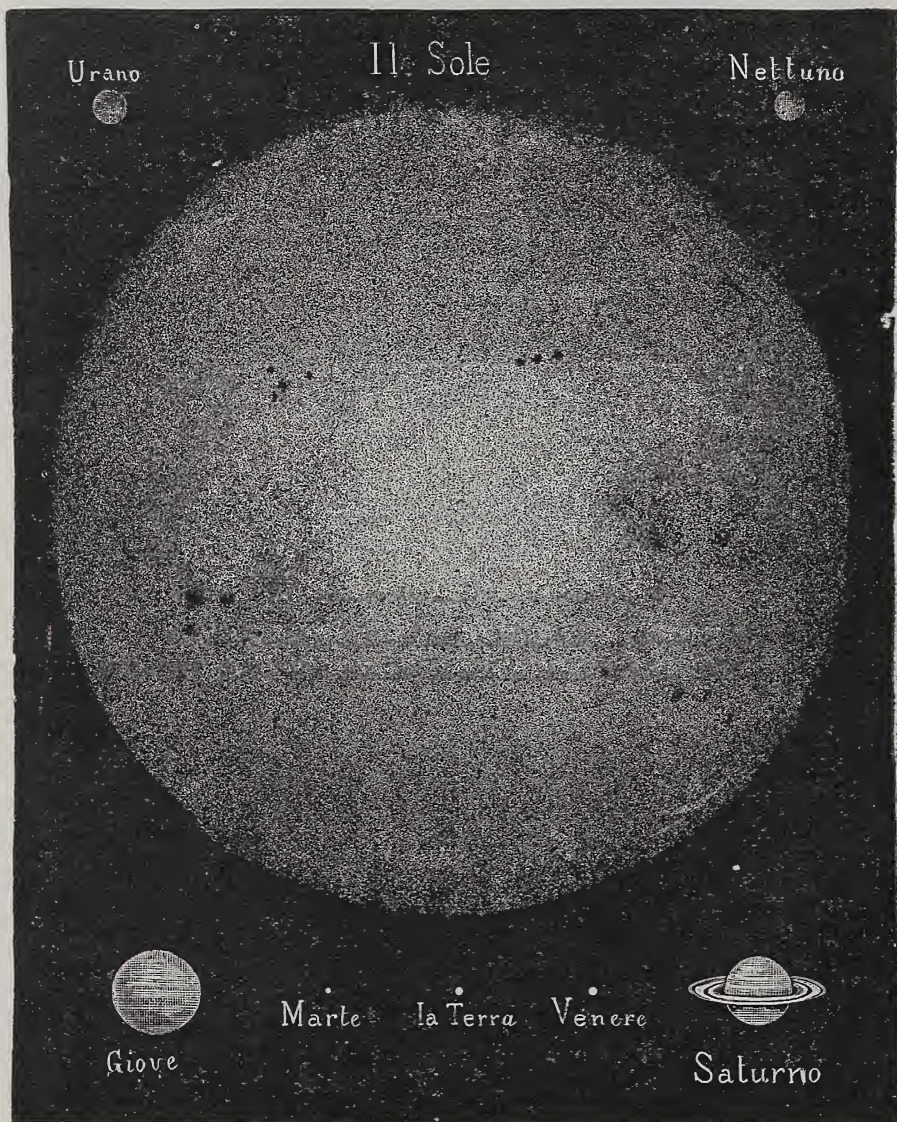



Fig. 14. — Grandezza comparata del Sole e dei principali mondi del suo sistema.

precipitato chimico, e mediante il telescopio si rileva ch'essa è composta d'una graduazione mobile che si sposta continuamente in preda a correnti, e che cambia incessantemente di forma e di splendore. Qua si originano macchie di cui le dimensioni sorpassano talvolta

d'assai il diametro della Terra, e che si fanno grandi, si dilatano, si dividono a lembi, si modificano in mille guise per dissiparsi dopo

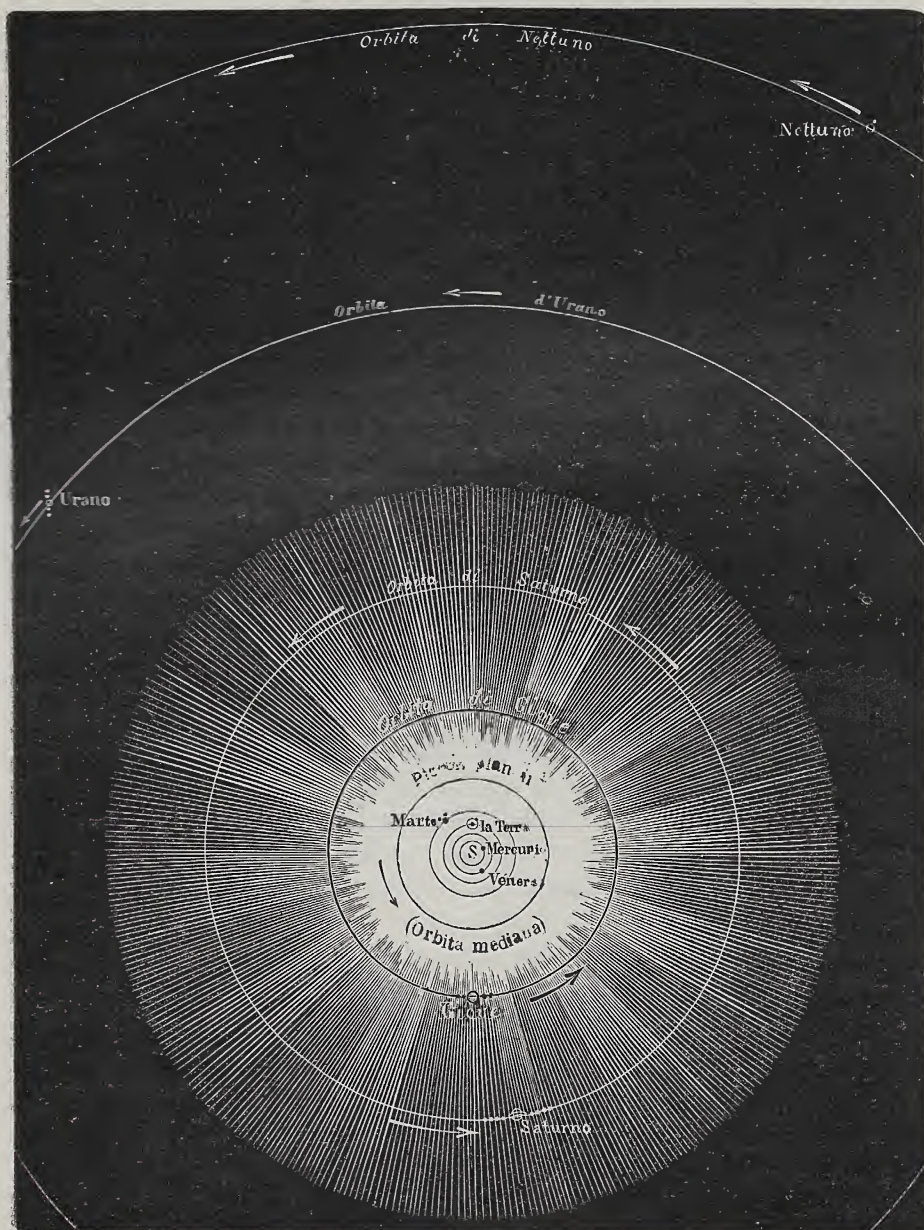



Fig. 15. — **Piano generale del sistema solare**, disegnato nella scala di 1 mm. per 10 milioni di leghe.

alcune settimane, talvolta dopo alcuni giorni, talvolta ancora dopo parecchi mesi, fondendosi nell'unità luminosa dell'astro abbagliante

Là invece si formano nubi più brillanti dello stesso Sole, che, generalmente circondano le macchie e le dominano ad una grande altezza. Altrove noi assistiamo ad esplosioni di vapori in combustione, e di gas luminosi, così violente, così gigantesche, così prodigiose, da slanciarsi a centinaia di migliaia di chilometri d'altezza nell'atmosfera ardente dell'astro del giorno, per svanire in nubi rosate o ricadere in pioggia di fuoco sull'oceano solare, infiammato sempre d'un fuoco che giammai non s'estingue.

Qual è la causa di questo stato fisico del Sole? Qual è la sorgente di questa luce e di questo calore? Vi è evidentemente qui di mezzo una delle grandi leggi della natura, poichè l'astro che ci rischiara non è già un'eccezione dell'universo; tutte le stelle sono soli: l'immensità infinita è popolata da milioni e milioni di soli.

Occorre dunque che questo stato fisico, questa fluidità, questa mobilità, questa vibrazione calorifica, luminosa, elettrica, abbiano una causa naturale, semplice, generale. Una combustione chimica, una conflagrazione di elementi, un incendio, non si possono generalizzare tanto da applicarsi all'innumerevole armata delle stelle, nè sono d'una durata che abbia rapporto con quella di ciascun sistema. Da un secolo all'altro queste temperature solari o stellari non devono nè esaurirsi, nè diminuire sensibilmente. Ne viene di necessità che esse provengono dallo stesso modo di formazione dei mondi.

Ebbene! il cielo ci offre egli medesimo degli indizi di questo modo di formazione. Non vi sono solamente nel cielo delle stelle; esplorando le sue plaghe di zona in zona, il telescopio incontra qua e là delle specie di nubi cosmiche poco luminose, delle nebulose di forme assai variate, che ci appaiono isolate nelle profondità dello spazio e che sembrano attendere la fecondazione dell'avvenire.

Queste creazioni sono numerose. Benchè esse siano in generale poco, appariscenti, vaghe e diffuse, tuttavia se ne sono già scoperte e registrate più di cinquemila. È poco, senza dubbio, relativamente al numero delle stelle. Ma certamente non le si vedono tutte; nè si sono probabilmente scoperte che quelle più inoltrate nella posizione loro, le più luminose.

Le nebulose sono relativamente isolate, quasichè esse avessero riunito in sè la materia cosmica che le circondava. Vi è un minor numero di stelle intorno ad esse che non nella media degli spazi celesti, e quelle che si vedono nei loro dintorni sono probabilmente davanti o dietro ad esse, al di qua o al di là, relativamente al nostro raggio visuale. Il paziente Guglielmo Herschel, che ne ha scoperte lui solo più di duemila e cinquecento, aveva l'abitudine di dire al suo segretario (la sorella sua, miss Carolina Herschel) allorchè le stelle si facevano rare nell'obiettivo del telescopio: Preparatevi a scrivere, quanto prima arriveranno le nebulose.

Stante gl'ingegnosi metodi dell'analisi spettrale, la chimica celeste ha potuto analizzare queste nebulose e constatare ch'esse sono gasose. Non bisogna confonderle cogli ammassi di stelle, che portano talvolta essi pure il nome di nebulose in causa del loro aspetto negli istrumenti di debole potenza. Allorchè se ne riconobbe la natura, questi ammassi di stelle avevano fatto supporre dapprima che non vi fossero vere nebulose, e che quei pallidi bagliori perduti nello spazio infinito fossero tutti agglomerazioni di stelle, così distanti da noi, così rinserrate per ragioni di prospettiva, che i più potenti telescopi non giungessero a separarne i componenti. Noi sappiamo oggidì che queste due specie siderali esistono. Da una parte vi sono degli ammassi di stelle, di cui un gran numero non è distinguibile che nell'obiettivo dei più potenti telescopi, e di cui molte altresì non saranno rivelate che coi progressi dell'ottica futura. D'altra parte vi sono nebulose gasose, assolutamente sprovviste di stelle, e già lo spettroscopio discopre la natura chimica dei gas e dei vapori che le compongono. Una delle più belle fra esse, per la sua grandezza e pel suo splendore, una delle più importanti per le sue reali dimensioni, e nel tempo stesso una delle più interessanti per gli studi di cui fu l'oggetto, è senza opposizione alcuna la nebulosa d'Orione, che si scopre pressochè ad occhio nudo nel cielo, e di cui un binocolo basta a constatarne la presenza. Tutti conoscono la magnifica costellazione d'Orione, che splende durante le nostre lunghe notti d'inverno, regnando a sud tra Sirio, che ha a' suoi piedi e le Plejadi in testa. In questa costellazione, la cintura o bàlteo risulta di tre brillanti stelle schierate in linea retta, ma con direzione obliqua, che si chiamano anche « I tre Re Magi, il Rastrello », ecc. Ebbene, guardate attentamente al disotto di quelle tre stelle, e voi scoprirete un piccolo gruppo di stelle serrate le une contro le altre, le quali possono rappresentare una spada appesa alla cintura, od un manico di rastrello, ecc. Là un buon binocolo, o meglio un piccolo cannocchiale, vi mostrerà la più bella nebulosa del cielo.

Questa nebulosa è così brillante ch'essa si lascia facilmente fotografare. Noi riproduciamo qui appresso una delle migliori fotografie che si sieno ottenute (1) (vedi figura 16). Si osserva nell'interno della nebulosità una stella quadrupla (che diviene fin anco sestupla negli strumenti potenti) e diverse stelle sparse. È probabile che la stella multipla le appartenga; ma non è probabile invece che tutte facciano parte del medesimo sistema: molte possono essere al di qua o al di

(1) Questa fotografia venne eseguita il 30 gennaio 1883, dal signor Common. Veggasi la *Rivista mensile d'Astronomia Popolare*, anno 1883, pag. 277. Veggasi pure, per la descrizione di questa nebulosa, e il modo facile di trovare tutti questi astri nel cielo: *Flammarion, Le stelle e le curiosità del cielo.* Si può riconoscere questa nebulosa mediante un semplice binoccolo.

là, e sono visibili sia davanti come attraverso di essa. Il punto importante per la questione che ci occupa si è che questa nebulosa è visibilmente condensata verso le sue regioni centrali. Essa si stende infatti nel cielo, indefinita, diffusa, trasparente, assai più lunge che la fotografia non lo indichi.

La parte centrale più luminosa di questa vasta nebulosità occupa nel cielo una superficie uguale al disco apparente della Luna; ma si può seguirla da una parte e dall'altra, all'est ed all'ovest, al nord ed al sud, sopra un'estensione dieci volte più larga. Col suo disco apparente, la Luna, che non è che a 96 000 leghe da noi, misura 870 leghe di diametro. Il Sole, che non parrebbe più grande, ma che è quattrocento volte più lontano della Luna, è anche quattrocento volte più largo in realtà, e misura 345 000 leghe di diametro. La nebulosa d'Orione, quando si ammetta ch'essa non è più lontana da noi delle stelle più vicine, e che sia, per esempio, alla distanza della 61.ª del Cigno, sa-

Fig. 16. — La nebulosa d'Orione, da una fotografia diretta. Materia cosmica primitiva in condensazione.

rebbe già d'una estensione che ha del prodigioso; misurata in ragione prospettica di quella distanza, la larghezza della Luna equivarrebbe a 133 miliardi di leghe! È già 3700 volte più della distanza che ci separa dal Sole. Ma noi abbiamo appena visto che la nebulosità è dieci volte più vasta ancora! Essa si stenderebbe dunque sur uno spazio di 1330 miliardi di leghe... Un treno direttissimo, correndo con la velocità costante di sessanta chilometri all'ora, non impiegherebbe meno di dieci milioni d'anni per attraversare quel nebbione!...

Ecco più che non basti per creare, non solamente un mondo, ma uno ed anche più sistemi di mondi. Di che è dessa composta? Di gas; e già in quel gas luminoso si crede siensi riconosciuti dell'idrogeno e dell'azoto. Le sue differenze d'intensità luminosa mostrano che la densità di questo gas non è l'uguale dovunque, e che hanno luogo parecchie condensazioni parziali. Si nota altresì a qualche distanza a nord (al disotto) una condensazione isolata che comincia; le regioni più dense attirano le altre. Forse si disgregherà essa in parecchi focolari, oppure è destinata a formare più universi.

Fig. 17. — La nebulosa d'Andromeda. Condensazione verso un centro.

Una nebulosa composta d'un gas così disseminato può essa arrivare a formare uno o più soli, uno o più sistemi di mondi?

Ammettendo che originariamente una materia nebulosa, occupante tutto l'insieme del sistema solare, fino all'orbita di Nettuno ed oltre, abbia una estrema tenuità, il matematico e fisiologo Helmholts ha calcolato quale quantità di calorico sarebbe stata generata da una condensazione che giungesse a formare il sole, la terra ed i pianeti. — Il risultato del calcolo dà 28 milioni di gradi centigradi, calcolando il calore specifico della massa condensata come eguale a quello dell'acqua. Così la sola caduta delle molecole della nebulosa primitiva verso il centro d'attrazione sarebbe sufficiente per produrre un calorico di milioni e milioni di gradi centigradi.

Ognuno sa oggi che il moto si trasforma in calore, e che il calore non è esso stesso che una modalità del moto. Allorchè, col martello in mano, noi spingiamo un cuneo di ferro in un pezzo di legno, il

moto muscolare del nostro braccio si comunica al cuneo sotto forma di moto visibile, ed esso penetra gradatamente. Ma se noi continuiamo a battere allorchè esso è completamente penetrato, che succede allora dell'opera nostra? Si credeva in passato ch'essa andasse completamente perduta; ma era quello un errore. Il moto si comunica sempre al cuneo di ferro, e solo, in luogo di essere visibile, è quello un moto invisibile, il moto molecolare; il metallo si riscalda, e tutte le sue molecole si mettono a vibrare più o meno presto. Il calore non è che moto invisibile, moto molecolare (1). Comprimendo in un tubo di vetro una colonna d'aria al decimo del suo volume, la si eleva alla temperatura del carbone ardente.

Una pietra che cadesse alla distanza di Nettuno sul Sole impiegherebbe 10 628 giorni o 29 anni all'incirca per compiere questo viaggio di 1150 milioni di leghe, e, partita dallo stato di riposo, cadendo con una velocità grandissima, arriverebbe sul globo solare con una velocità di 600 000 metri, percorsi durante l'ultimo secondo. Questa velocità, mille volte superiore a quella d'una palla da cannone, sarebbe tale che, toccando il Sole, e foss'anche quest'ultimo un blocco di ghiaccio, il moto suo costretto a fermarsi violentemente e a trasformarsi in calore, farebbe, non solo fondere istantaneamente la pietra come dell'olio, ma la ridurrebbe altresì in vapore, e l'urto riscalderebbe considerevolmente il posto ove essa avrebbe raggiunto il Sole. Il calore occasionato dall'urto sarebbe novemila volte superiore a quello prodotto dalla combustione di un pezzo di carbon fossile dello stesso peso di questa pietra, qualunque essa sia.

Se la Terra cadesse nel Sole, essa vi arriverebbe in 64 giorni, e il calore prodotto dal suo urto sarebbe tale da elevare notevolmente la temperatura di tutto quanto il Sole. E invero il calore da ciò prodotto equivarrebbe a quello che quest'astro irraggia durante 95 anni. Ed è noto quale colossale consumo abbia luogo in quest'intenso focolare! Il calore emesso dal Sole, ad ogni minuto secondo, è uguale a quello che risulterebbe dalla combustione di undici quadrilioni seicentomila miliardi di tonnellate di carbone comune, bruciant tutt'insieme; esso farebbe bollire ad ogni ora due trilioni novecento miliardi di chilometri cubi d'acqua alla temperatura del ghiaccio!...

Che il moto poi provenga da un gran corpo, oppure da un piccolo,

(1) Il calore necessario per elevare di un grado centigrado la temperatura di un chilogrammo d'acqua rappresenta esattamente la forza necessaria per elevare 424 chilogrammi a 1 metro d'altezza o per elevare 1 chilogrammo a 424 metri.

La capacità calorifica del piombo essendo la trentesima parte di quella dell'acqua, una palla di piombo che cadesse da un'altezza di 424 metri, produrrebbe, per l'improvviso arrestarsi del suo moto di caduta, un calore sufficiente per elevare la propria temperatura di 30 gradi. La sua velocità, giungendo al suolo, sarebbe di 91 metri per secondo.

che esso sia determinato bruscamente o gradualmente, o per collisioni, il risultato ne è lo stesso; esso si trasforma in calore.

Supponiamo tutta la materia del Sole, dei pianeti e dei satelliti uniformemente ripartita nello spazio sferico, circuito dall'orbita di Nettuno, ne risulterebbe una nebulosa gasosa, omogenea, di cui è facile calcolare la densità. Siccome la sfera d'acqua di un simile raggio avrebbe un volume eguale a più di 300 quadrilioni di volte il volume terrestre, così la densità cercata non sarebbe maggiore d'un mezzo trilionesimo della densità dell'acqua. La nebulosa solare così dilatata, sarebbe 400 milioni di volte meno densa dell'idrogeno alla pressione ordinaria, il quale è, come si sa, il più leggiero di tutti i gas conosciuti (esso pesa 14 volte meno dell'aria; dieci litri d'aria pesano 13 grammi, dieci litri d'idrogeno non pesano un grammo).

Noi abbiamo visto testè come l'attrazione di tutte le molecole di questa nebulosa verso un centro di condensazione basterebbe per produrre un calore di 28 milioni di gradi.

La natura ci mette dunque, per così dire, tra mani i materiali, che le servono per la creazione dei mondi, e non solamente i materiali, ma i mezzi altresì che essa impiega. Se noi non sapessimo come gli alberi si fanno grandi, e arrivano al loro completo sviluppo, una passeggiata in una foresta ce lo apprenderebbe, mostrandoci alberi di tutte le età, piccoli alberelli di pochi anni appena, alte ed annose piante, tuttora in piena cresciuta, ed alberi secolari che già declinano verso la vecchiaia e la decadenza. Ebbene la contemplazione del cielo ci dà una eguale lezione per la nascita, la vita e lo sviluppo dei mondi. Noi vediamo nebulose, come quella d'Orione, che non hanno ancora alcuna forma, che sono assai estese, assai disseminate, e che già presentano ciò nondimeno dei centri di condensazione. Noi ne vediamo altre, come quella d'Andromeda (fig. 17), che offrono un aspetto regolare, più geometrico. É probabile sia quella una nebulosa circolare che si presenta ai nostri occhi assai obliquamente. La condensazione centrale vi è rilevantissima. Come quella di Orione, e più facilmente ancora, essa è visibile per tutti coloro che vogliono osservarla con un semplice binocolo da teatro, o con un cannocchiale. Allorchè la si osserva coll'aiuto di potenti telescopi, essa perde alquanto di una tale apparente regolarità, e alcuni lembi di pallidi chiarori sembrano oscillare e stendersi più lungi. E' questa nebulosa che il curato Derham prendeva per una plaga diradata del firmamento, divenuta così trasparente da lasciarvi passare attraverso la luce del paradiso...

Altre nebulose manifestano ancor più chiaramente i procedimenti della natura in questa grande opera della creazione. Così, per esempio, quella della costellazione del Leone (fig. 18), mostra un fuoco centrale

assai brillante, più lontano un focolare secondario che incomincia, e intorno al focolare centrale delle zone di condensazione, ed anelli nebulosi, che fanno indovinare un moto di rotazione e una specie di avvolgimento a spirale degli anelli consecutivi.

Si trova nella costellazione del Dragone una nebulosa particolarmente interessante, inquantochè è la prima di cui sia stata fatta l'analisi chimica (Huggins, 1864). Infatti, da centocinquanta anni, gli astronomi erano assai imbarazzati nel decidere se esistessero delle vere nebulose gasose, e l'interesse dell'argomento non ha fatto che accrescersi da che Guglielmo Herschel ebbe ad esprimere il pensiero che questi ammassi altro non siano che porzioni della materia primitiva, che s'è

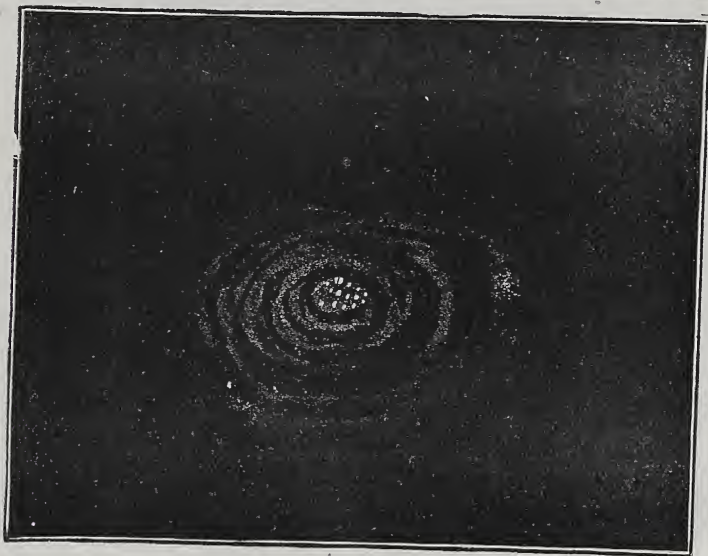



Fig. 18. — Nebulosa del Leone, che presenta anelli nebulosi. — Imagine della formazione dei mondi.

condensata in stelle, e che, studiandoli, noi studiamo nel tempo stesso alcune delle fasi per le quali passarono i soli ed i pianeti.

Lo spettro di questa nebulosa, almeno da quanto permettono di affermarlo i dati ottenuti, non può essere prodotto che dalla luce emanata da una materia allo *stato di gas*. Si poteva dunque concludere, fino da queste prime osservazioni, che la luce di siffatta nebulosa non emana già da una materia solida o liquida incandescente, come la luce del Sole e delle stelle, ma da un *gas luminoso*. L'esame delle linee di questo spettro dimostra che la più importante fra esse occupa una posizione vicinissima alle striscie più brillanti dello spettro del l'azoto. La più debole delle zone coincide colla striscia verde dell'idro geno. Ma la striscia media del gruppo dalle tre linee, che formano lo spettro della nebulosa, non ha la sua identica in alcune delle striscie

intense degli spettri d'elementi terrestri conosciuti. Vi è là uno stato della materia a noi incognito. Si scorge uno spettro continuo eccessivamente debole, che proviene dal centro della nebulosa, da un nucleo piccolissimo, ma più brillante di tutto il resto della massa. L'osservazione ci apprende con una quasi certezza che la materia del nocciolo centrale non è allo stato di gas, come quella della nebulosità che la circonda. Essa consiste in una materia opaca, che può esistere allo stato di nebbia incandescente, formata da particelle solide o liquide.

Il risultato nuovo e inatteso a cui conduceva l'esame spettroscopico di questa nebulosa, colpì di sorpresa gli astronomi, e li indusse a studiare attentamente le altre creazioni analoghe, disseminate nella estensione del cielo. Il risultato di quest'analisi si fu che un gran numero di nebulose sono composte di veri gas, di gas fiammeggianti, visibili a milioni di miliardi di leghe da noi!

Allorchè dunque noi osserviamo questa pallida nebulosa azzurrognola, situata al polo dell'eclittica (fig. 19) noi sappiamo che è dessa un ammasso di materia gasosa incandescente, già munito d'un nucleo centrale di condensazione, e indoviniamo in quel lontano bagliore l'ardente genesi d'un nuovo mondo. Noi assistiamo dalla terra allo spettacolo della creazione! Là brilla già un embrione di sole! là si prepara un sistema planetario. Che dico mai! il raggio luminoso che ci arriva in questo momento da una tal regione dell'infinito ne è forse partito or sono più milioni d'anni ed ora fors'anco uno o più pianeti sono già formati, fecondati, abitati, e fors'anco vi sono là pure degli occhi che ci contemplano, e pei quali, essendo parimenti in ritardo di più milioni d'anni la storia nostra, il nostro sistema solare non è ancora che una nebulosa circolare, vista precisamente di fronte; e colà pure si domandano se un giorno la nostra nebulosa diverrà sole e pianeti, e non dubitano punto che noi già esistiamo, e che potremmo risponder loro! Voci del passato, voi divenite ora le parole dell'avvenire, mentrechè il presente, l'attuale, sparisce per gli sguardi che si scambiano attraverso i vasti cieli, attraverso l'infinito, attraverso l'eternità!

Fig. 19. — Nebulosa del Dragone.
Punto centrale di condensazione e vasta atmosfera

Ecco un altro esempio preso nel cielo, e che è più caratteristico ancora.

Il 22 agosto 1794, durante una bella notte d'estate, l'astronomo Gerolamo di Lalande (che ha fatto più egli solo in alcuni anni per la conoscenza e il progresso dell'astronomia stellare, di tutti gli Osservatorî officiali dell' epoca sua riuniti), l'astronomo Lalande, come dissi, stava facendo osservazioni nel suo modesto Osservatorio della Scuola Militare, in compagnia del suo nipote Le Français di Lalande. Essi notavano di passaggio le piccole stelle della costellazione dell'Acquario, e ne rilevarono una, fra le altre, di 7.ª ½ grandezza, di cui determinarono la posizione. Sei anni più tardi, il 25 ottobre 1800 veniva osservata di nuovo col medesimo istrumento, e giudicata di 8.ª grandezza. È la stella che porta i numeri 40 765 e 40 766 del gran Catalogo di Lalande, il quale non racchiude meno di *quarantasettemila* osservazioni, fatte dal 27 settembre 1791 al 15 gennaio 1801. « La posterità non vedrà senza interesse, scriveva egli stesso, l'eminente astronomo francese, come in mezzo alle convulsioni che agitavano la patria, un lavoro lungo e penoso si eseguisse nel silenzio delle notti, e preparasse risultati più duraturi delle istituzioni politiche, per le quali gli uomini si agitano così vivamente... e versano tanto sangue. » Ecco un giudizio sano sulla politica, qualunque essa sia.

Ma ritorniamo alla nostra stella. Questo astro non è già una stella, nonostante il suo aspetto stellare. Anche osservatori esperti possono vederla passare nell'obiettivo del loro strumento senza farvi attenzione; essa assomiglia solo ad una stella che non sia esattamente nel oco. Ma se la si esamina con attenzione, si constata che non si arriva mai a darle la nitidezza d'un punto brillante senza dimensioni. E in realtà, essa è una *nebulosa* (1).

Se la sua forma è strana, la sua costituzione chimica è fors'anche

---

(1) Già Guglielmo Herschel l'aveva riconosciuta per tale, or son vent'anni, nel settembre 1872. Egli l'aveva qualificata come una « nebulosa planetaria », e paragonata al disco di Giove; essa è inscritta sotto il numero 1 della sua quarta classe, e la si designa generalmente, con abbreviazione, sotto la cifra H, IV, 1. Giovanni Herschel la descrive nei termini seguenti: Ammirabile — aspetto planetario — assai brillante — piccola ellittica. Lord Rosse e Lassel avendola esaminata coll'aiuto dei loro potenti telescopi, riconobbero ch'essa è circondata da un anello che noi vediamo di profilo, ciò che ricorda alquanto l'aspetto di Saturno. (Il cielo offre altre nebulose analoghe che si trovano di faccia e di cui noi vediamo l'anello circolarmente) Per quanto minuscola ci sembri, essa è senza alcun dubbio una delle nebulose più rimarchevoli che la visione telescopica abbia potuto scoprire.

Il grande misuratore delle nebuolse D'Arrest, dell'Osservatorio di Copenhagen (discendente da una famiglia nobile cacciata dalla Francia sotto Luigi XIV per l'assurda revoca dell'editto di Nantes), la contemplò con ammirazione, e la misurò durante le notti del 23 luglio 1862, 7 agosto 1863 e 6 novembre 1864. « *Nebula planetaris*, scrive egli, *insigni spendore capta culminans inter nubes.* » Egli la designa come brillante « d'un insigne splendore ». Le sue misure gli danno 23" di lunghezza su 18" di larghezza. Essa brilla d'una luce azzurrognola, e presenta un'appendice nebulosa.

Il diametro di Saturno essendo in media di 18" ed elevandosi a 20" allorchè il pianeta passa in opposizione, ne consegue che la grandezza apparente di questa nebulosa è un po' superiore a quella di Saturno. Si può vederla come stella, con un piccolo cannocchiale, e riconoscerla come nebulosa con un cannocchiale di media potenza, se il cielo è ben puro e libero dal chiarore della luna, che disturba tali osservazioni.

più curiosa. Infatti, le indagini spettroscopiche menano alla conclusione che questa nebulosa è interamente gasosa, composta d'una massa di gas luminosi.

Noi abbiamo dunque colà sott'occhi, senza dubbio alcuno, un sistema solare in formazione. Noi assistiamo alla genesi di un mondo, alla creazione di un universo lontano (fig. 20).

Fra i differenti gas, sono l'azoto e l'idrogeno quelli che dominano nello spettro di questa genesi.

La maggior parte delle altre nebulose planetarie ed annulari offrirono all'analisi i medesimi risultati: sono esse delle vere nebulose gasose che condensandosi intorno ad un centro, ci danno una imagine della genesi della terra e dei pianeti, mediante la formazione di anelli nebulosi, staccatisi dal focolare centrale.

A quale distanza si trova questa nebulosa dal nostro atomo terrestre? Secondo ogni probabilità, essa è molto più lontana delle stelle a noi più vicine.

Nel 1871 e 1872, il signor Brunnow, astronomo reale d'Irlanda, direttore dell'Osservatorio di Dublino, tentando di misurare la parallasse (1) di una nebulosa analoga (quella di Dragone), ebbe per risultato un valore così esiguo da non corrispondere ad alcuna parallasse sensibile.

Fig. 20. — La nebulosa saturniana dell'Acquario. — Imagine di un mondo in formazione.

Noi resteremo dunque al di quà del vero supponendo che questa vaga e speciale piccola nebulosa non sia più lontana da noi della stella più vicina al nostro emisfero, che è la 61.ª del Cigno, di cui la parallasse è, come ognuno sa, di 0″511, e la cui distanza è conseguentemente di 404 000 volte quella che ci separa dal Sole (37 milioni di leghe), vale a dire di 15 trilioni di leghe in cifra tonda. La nostra nebulosa è dunque, lo ripetiamo, certamente più lontana. Ma ammettiamo la cifra più modesta per servire di base al nostro ragionamento.

Ebbene, alla distanza della 61.ª del Cigno, una lunghezza di 37 milioni di leghe è ridotta a 0″,511, vale a dire ad un mezzo minuto secondo circa. La nostra nebulosa misura, a quanto dicemmo, 23″ di lunghezza su 18″ di larghezza. Consideriamola, in cifra tonda, come una sfera di gas di 20″ di diametro. Ad una tal distanza questa lunghezza corrisponde a 40 volte circa la distanza che ci separa dal Sole.

Ora noi sappiamo che il pianeta esterno del nostro sistema, Nettuno, gira intorno al Sole alla distanza di trenta volte quella della Terra.

---

(1) *Parallasse.* Differenza che evvi fra la posizione di un astro, veduto dalla superficie terrestre, e quella che ai nostri occhi esso avrebbe veduto dal centro del globo. Quando di una stella non si può ottenere la parallasse, ciò significa che quell'astro è lontano oltre a 2 milioni di volte il raggio o semiasse dell'orbita terrestre. *Nota del Traduttore.*

La nostra nebulosa essendo al minimum più larga del mezzo diametro dell'orbita di Nettuno, ed essendo, secondo ogni probabilità, più larga del diametro intero di quest'orbita; noi dobbiamo considerarla effettivamente come occupante uno spazio almeno *altrettanto vasto quanto quello dell'intero nostro sistema solare.*

Ma si sa dunque ciò che rappresenta una sfera del diametro dell'orbita di Nettuno? I volumi delle sfere stanno fra di essi come i cubi dei raggi. Nettuno, descrivendo la sua circonferenza a 6420 volte il mezzo diametro del Sole, il volume del Sole sta a quello di questa sfera nel rapporto di 1 a 6420, moltiplicato due volte per sè stesso, o da 1 a 264 609 000 000.

Così questo globo di gas è almeno 264 miliardi di volte più grosso del nostro Sole, il quale è egli stesso 1 280 000 volte più grosso della Terra, vale a dire che questa minuscola nebulosa è al minimum 338 quadrilioni 896 trilioni 800 mila milioni di volte più luminosa del globo su cui noi viviamo!

E, noi non ci stanchiamo di ripeterlo, è quello unicamente un minimum; imperocchè, secondo ogni probabilità, quest'oggetto celeste è assai più lontano che noi non lo supponiamo; egli può essere, egli *deve* essere, non già solo centinaia di quadrilioni, ma quintilioni e sestilioni di volte più immenso della Terra.

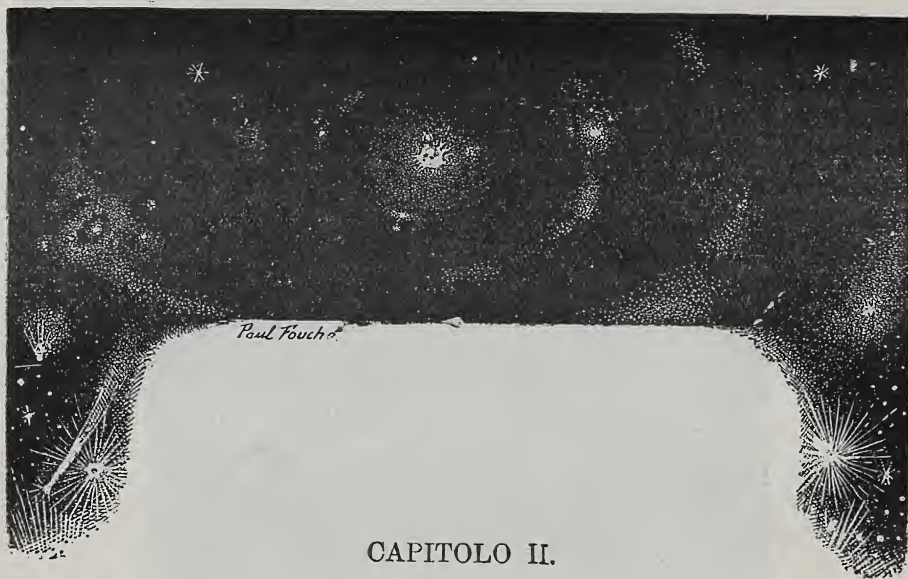
Come contemplare questa «stella nebulosa» che passa tranquilla nel campo del telescopio in mezzo ai silenzi notturni, come osservare questa lontana luce, sulla quale già si sono soffermati gli sguardi di Herschel, di Lalande, di lord Rosse, di Lassel, di D'Arrest e di tanti astronomi, di cui gli occhi sono in oggi chiusi, senza essere penetrati della sua formidabile grandezza, senza indovinare i movimenti di gravitazione che l'agitano, senza pensare alle radiazioni luminose, calorifiche, elettriche, alle forze latenti che si svegliano in questa aurora, senza intravedere gli importanti destini che l'attendono sulla vasta scena dell'Universo?... Ecco ciò che noi eravamo, Terra, Luna, Sole, pianeti, or sono milioni d'anni. E l'embrione di un nuovo mondo. Chi lo sa quali germi d'avvenire dormono in questa celeste culla?

Una tal genesi siderale non è un mito. Ognuno di noi può vederla. Cercate qualche sera al disotto della costellazione del Cavallino, a destra della stella *v* dell'Acquario, e voi la riconoscerete, pallida stella di 7.ª od 8.ª grandezza, e la saluterete creazione inaccessibile, misteriosa figlia del Cosmos, fiore a mala pena sbocciato nei giardini del cielo.

All'epoca in cui il fiore avrà dato un suo frutto, nei secoli venturi in cui la nebulosa, oggidì gasosa, sarà condensata in sole ed in pianeti è probabile che il nostro Sole attuale sarà vecchio, logoro, estinto; che il nostro pianeta avrà già da lungo tempo cessato di

vivere, e che l'antica storia umana sarà per sempre svanita nell'ultimo sonno!... E nondimeno allora, come oggi, vi saranno dei soli e dei mondi, primavera ed estate, una vòlta celeste popolata di splendori, un universo non meno bello, non meno ricco, non meno glorioso di quello la cui luce affascina oggidì i nostri sguardi e i nostri pensieri.

Fig. 21. — La nebulosa a spirale della costellazione del Cane da caccia, che mostra il risultato dei movimenti interni.

Ma perchè mai parlare dell'avvenire? Può darsi che questa nebulosa dell'Acquario e le sue sorelle del Leone, d'Andromeda e d'Orione siano esse poste ad una tale distanza dalla Terra, che la loro luce impieghi milioni d'anni per pervenire fino a noi, e chissà che dall'epoca in cui sono partiti dal loro seno i raggi luminosi, che ci danno in oggi le loro fotografie, non siano esse già divenute dei Soli e dei sistemi.

CAPITOLO II.

LA FORMAZIONE DEL SISTEMA SOLARE.

In tal modo dal complesso delle testimonianze della natura e della scienza, le nebulose sono la genesi dei mondi. Data la materia cosmica primitiva, ed ogni atomo attraendo altri atomi, in virtù delle leggi della gravitazione universale, e bastando la riunione di due atomi per dar principio ad un centro d'attrazione, si comprende assai bene come dei centri di condensazione si formino delle nebulose gasose anche le meno dense; come le une divengano irregolari, multiple, diviso fra molti, e diano nascimento a più sistemi differenti o a Soli associati, a quella guisa che noi lo vediamo nelle stelle doppie, triple, quadruple, multiple, e come altre divengano invece regolari, feriche, isolate e diano la vita a soli semplici analoghi a quello che ci rischiara.

Il nostro sistema solare appartiene indubbiamente all'ordine delle formazioni regolari. L'unione de' suoi differenti membri, la semplicità del suo organismo, l'omogeneità del suo insieme, l'armonia dei suoi movimenti, tutto ci prova che la nebulosa che gli ha dato origine non era già una di queste nebulose irregolari, doppie, multiple, delle quali il cielo offre molti esempi, ma una creazione analoga a quella dell'Acquario, di cui abbiamo riassunto testè l'esistenza.

Ed ora, *in qual maniera* può una nebulosa dar origine ad un sole e ad un sistema planetario?

Figuriamoci un ammasso di materia cosmica, isolato ed animato da un moto di rotazione su sè stesso. Questo moto di rotazione è stato

la risultante di tutti i moti molecolari che hanno incominciato ad agire dall'origine stessa della condensazione e da un'attrazione centrale. Esso decide inoltre del suo isolamento e della sua forma sferica. Questo moto di rotazione non è già un'invenzione della teoria pei bisogni della propria causa: ma ce ne vien fornita la prova che esso esiste nelle nebulose di quest'ordine, dal loro stesso aspetto. Abbiate innanzi agli occhi per un istante la nebulosa del Leone, rappresentata poco fa a pagina 36, e considerate altresì la meravigliosa nebulosa a spirale della costellazione del Cane da caccia (vedi figura 21), e avrete dinanzi a voi la natura colta sul fatto. Specialmente in quest'ultima formazione, noi vediamo immense spire luminose partire da un centro per svolgersi nello spazio e par fino d'indovinare dalle striscie che essa lascia dietro di sè, il senso della direzione del moto che le è proprio attraverso l'immensità.

Il Sole parrebbe essersi formato nel centro di una condensazione di tal natura. Esso è sferico, poco o punto appiattito ai suoi poli, e gira lentamente su sè stesso, così lentamente che la forza centrifuga creata da questo moto di rotazione è appena sensibile. Ma la nebulosa gasosa di cui è la condensazione centrale, girava con esso, e in questa nebulosa, la velocità della rotazione è d'altrettanto più grande quanto più si consideri un punto lontano dal centro. A giudicare dalla velocità attuale, un punto lontano dal Sole alla distanza di 36,4 (prendendo per unità il mezzo diametro del Sole) vale a dire a cinquemilioniseicentossessantaseimila leghe, che girasse col Sole, segnerebbe il limite estremo della sua atmosfera. Ad una siffatta distanza, la forza centrifuga creata da questo movimento sarebbe precisamente eguale alla gravità verso il Sole, ed ogni molecola posta al di là cesserebbe di appartenere al Sole, e se ne sfuggirebbe sulla tangente, come la pietra lanciata dalla frombola. Questa distanza è circa il terzo di quella di Mercurio.

Se il Sole avesse girato colla sua velocità attuale all'epoca in cui la sua nebulosità o la sua atmosfera si estendevano fino a quella distanza, la zona anteriore di questa nebulosa si sarebbe staccata ed avrebbe dato vita ad un pianeta. Allora, in luogo d'esser sferica, questa nebulosa sarebbe stata grandemente appiattita, avvicinandosi alla forma di una lenticchia, e col rapporto del diametro equatoriale al diametro polare da 3 a 2.

I pianeti hanno potuto nascere successivamente da zone distaccate dalla nebulosa solare, incominciando da Nettuno, il più esterno, e terminando con Mercurio, il più interno. Ma se essi si sono formati in tal maniera, ciò non avvenne dal Sole stesso, dal nucleo solare propriamente detto, inquantochè a ciascuno di questi distacchi ascrivibili alla forza centrifuga, il Sole esteso fino alle orbite planetarie, avrebbe

dovuto essere non sferico, ma ellittico, lenticolare, e non si comprende come avrebbe potuto ridivenire sferico, dal momento che la sua velocità non potè che accrescersi sempre più con la condensazione. Non è già dal Sole stesso che i pianeti si sarebbero distaccati; è dalla nebulosità che lo avrebbe circondato roteando con lui, è dalla sua atmosfera.

Bisogna dunque che nel centro della nebulosa il Sole si sia condensato in una maniera per così dire indipendente, e siasi formato ed abbia assunto vita propria costituendo un globo relativamente isolato in mezzo all'immensa nebulosa. All'epoca remota in cui s'è distaccata la zona esteriore che avrà dato nascita a Nettuno, la nebulosa si estendeva fino all'orbita di questo pianeta, cioè fino a 1100 milioni di leghe compiendo il suo giro in 165 anni; alla distanza di Nettuno, la forza centrifuga prodotta da questa velocità di moto è precisamente oguale all'attrazione verso il Sole: essa è di $0^{mm},0065$, ossia di 65 diecimillesimi di millimetro; e se di là un corpo cadesse sul Sole, non percorrerebbe che questa minima distanza durante il primo minuto secondo della sua caduta, e così del pari, quando fosse sospesa l'attrazione solare, un corpo che girasse colla velocità di Nettuno, si slancerebbe fuori dell'orbita e s'allontanerebbe in questa stessa misura durante il primo minuto secondo.

Tutti i pianeti sono in questo identico caso. Alle distanze rispettive in cui essi girano intorno al Sole, allorchè si arrestasse d'un tratto il loro movimento, essi cadrebbero precisamente verso il Sole, di tanto quanto s'allontanerebbero da esso, ove l'attrazione dell'astro centrale venisse a cessare. La velocità del loro cammino sviluppa per l'appunto una forza centrifuga che tende ad allontanarli nella misura stessa con cui il Sole li attira. Ecco in che consiste il segreto, assai semplice, dell'equilibrio del sistema del mondo.

Così, se si sopprimesse l'attrazione del Sole, la Terra, in luogo di girare intorno ad esso, continuerebbe il suo corso in linea retta, allontanandosi dal Sole di quasi 6 millimetri dopo il primo minuto secondo, e andrebbe a perdersi nella notte gelida delle profondità dello spazio. D'altra parte, qualora si sopprimesse il suo moto, venendo a sparire la forza centrifuga, questo pianeta obbedirebbe all'attrazione solare, e cadrebbe in linea retta sull'astro centrale, colla velocità parimenti di 6 millimetri (più esattamente $5^{mm},87$) durante il primo minuto secondo.

Ma tracciamo un piccolo quadro di queste velocità e delle conseguenze loro, dal punto di vista che maggiormente ora ne interessa. Un tal quadro è particolarmente istruttivo per sè stesso. Esso ci dà una idea del moto e della vita, della *forza* in azione del meccanismo del sistema mondiale.

VELOCITÀ DEI PIANETI SULLE LORO ORBITE.

	Distanza del Sole in milioni di leghe	Velocità in chilometri per minuto secondo	Gravità verso il Sole e tendenza centrifuga in millimetri
Nettuno	1110	5	mm. 0,0065
Urano	710	7	0,016
Saturno	355	10	0,065
Giove	192	13	0,217
Marte	56	24	2,53
Terra	37	29	5,87
Venere	26	35	11,40
Mercurio	15	47	39,50

Bisogna ora che ci rappresentiamo col pensiero tutti i pianeti così roteanti. Come lo si vede, Mercurio conserva il suo posto, girando intorno al Sole alla distanza media di 15 milioni di leghe, perchè procede con una velocità di 47 chilometri per minuto secondo. Questa velocità crea una forza centrifuga che tende ad allontanarsi dal Sole in ragione di 39^{mm}½ per minuto secondo, valore eguale alla misura di quantità con cui cadrebbe verso il Sole durante il primo minuto di caduta, ove questo movimento fosse soppresso. Lo stesso si verifica per ciascun pianeta, ognuno secondo la sua distanza.

Fig. 23. — La velocità aumentata per la distanza del centro.

La nebulosa primitiva si estendeva fino al di là dell'orbita di Nettuno (ed anche più in là assai, poichè esiste almeno un pianeta transnettuniano). Le zone di vapore che hanno dato nascita ai pianeti sono esse state abbandonate semplicemente dalla nebulosa in via di condensazione, oppure si sono esse formate nell'interno stesso della nebulosa?

Entrambe le ipotesi sono ammissibili. Delle zone di condensazione hanno potuto prodursi nell'interno della nebulosa. Esse giravano come una cosa sola colla stessa nebulosa. Poi, rinserrandosi gradatamente verso il loro punto della più grande condensazione, ognuna delle zone può aver dato vita ad un pianeta.

Le zone esterne, più vaste, hanno dato origine ai quattro colossali pianeti del nostro sistema, che sono più voluminosi e meno densi della Terra, e che girano più rapidamente su loro stessi. Al di qua di Giove, che è il più importante di tutti i mondi della famiglia solare, sembra che la zona sia stata incagliata al condensarsi in un sol globo, poichè essa diede origine ad una innumerevole quantità di provincie celesti di cui se ne sono già scoperte più di duecento. Questi piccoli pianeti che gravitano fra Marte e Giove, sono essi stessi distribuiti in zone

caratteristiche, accumulate lungo certe linee, sparsi qua e là, o rari lungo altre linee, e completamente mancanti lungo certe strade celesti degne di nota per questi vuoti o lacune. Queste zone deserte sono quelle in cui circolerebbero dei pianeti in periodi eguali alla metà, al terzo ed al quarto della rivoluzione annua di Giove, proporzioni semplici che ricondurrebbero periodicamente le stesse perturbazioni, e spazzerebbero via quegli spazi senza nulla lasciarvi. Si deve dunque alla potenza perturbatrice di Giove l'assenza di un pianeta di

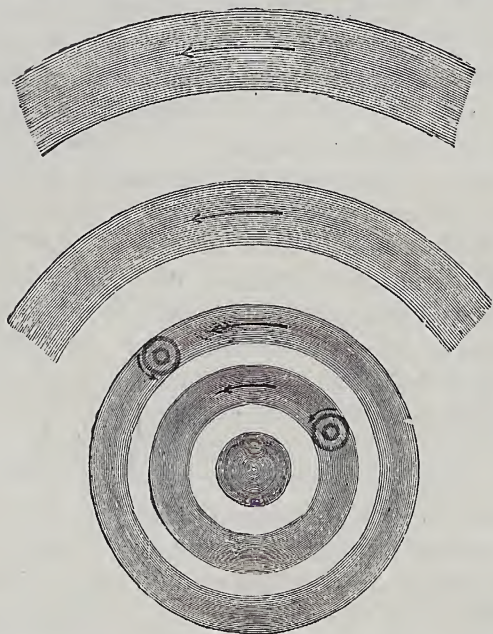



Fig. 24. — Formazione di anelli nebulosi e origine delle condensazioni planetarie.

qualche grandezza in sua vicinanza. Il tiranno non avrebbe sopportato un rivale.

La velocità delle differenti parti di una ruota o di un disco in movimento essendo tanto più grande quanto più si è lontani dal centro, le parti esterne delle zone di condensazione giravano più velocemente delle parti interne (fig. 23). Nella ruota *OAB*, per esempio, il punto *B* due volte più lontano dal centro del punto *A*, gira due volte più rapidamente. Le circonferenze aumentano nelle stesse proporzioni dei raggi. Ne viene che, allorchè queste zone si sono condensate in pianeti, questi pianeti sono stati animati da un movimento di *rotazione* diretto nello stesso senso del movimento generale della nebulosa su sè stessa, vale a dire in senso diretto, essendo la velocità esterna di ogni zona staccata più grande della velocità interna. Tale è parimenti, senza dubbio, la ragione primaria per cui i pianeti lontani

sono ad un tempo i più voluminosi e i più rapidi nella rotazione, essendo state più ampie le loro zone produttrici, e grandissima poi la differenza di velocità tra l'esterno e l'interno di dette zone. La figura seguente dà un' idea di questo modo di procedere (figura 24).

Sarebbe difficile il concepire come questi anelli potessero restare allo stato di anelli. Occorrerebbe perciò che essi fossero d'una omogeneità perfetta, che nessuna regione fra di essi fosse più densa delle altre, e che perturbazioni esteriori impedissero ogni durevole ammonticellamento di materia. Ma in virtù dell'attrazione, questi anelli tendono generalmente a rinserrarsi verso regioni momentaneamente più dense, e a perdere la stabilità teorica del loro equilibrio, e a poco a poco una massa sterica nebulosa formata in un punto qualunque finisce per raccozzare tutti i materiali dell'anello.

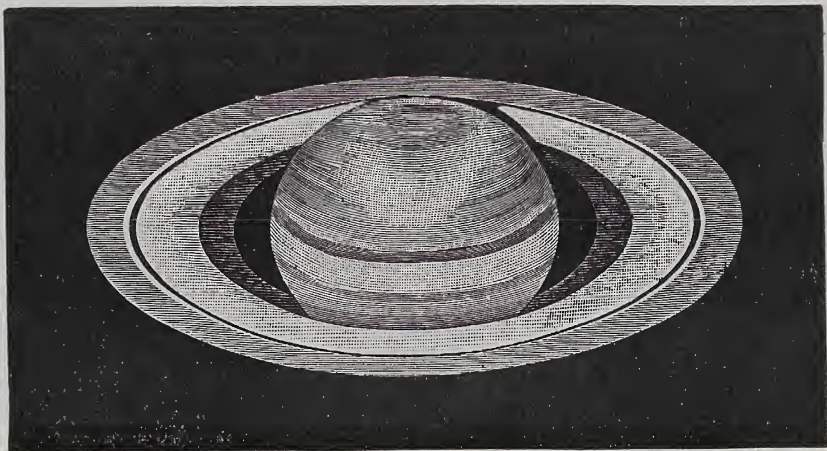



Fig. 25. — Il mondo di Saturno e i suoi anelli.

Ognuna di queste nebulose secondarie viene allora a riprodurre in piccolo ciò che ha avuto luogo in grandi proporzioni nell'insieme del sistema. Essa girerà su sè stessa con una velocità crescente di mano in mano che si condenserà e andrà rimpicciolendosi (1). Allora

(1) L'acceleramento del moto a seconda che una nebulosa si rimpicciolisce, o secondo che in un dato sistema si vada più vicini al centro, si esprime in matematica con la legge delle superficie (1) che così si enuncia: Le superficie percorse dalle linee condotte dai pianeti del Sole, sono proporzionali ai quantitativi di tempo impiegato a percorrerle. (Veggasi la spiegazione e la figura a pag. 278 dell'*Astronomia Popolare*.)

Un mezzo però estremamente semplice di rendersene conto si è quello di attorcigliare intorno al proprio dito un filo terminato da un piccolo peso. Di mano in mano che il filo si accorcia attorcigliandosi, il movimento diventa più rapido; e di mano in mano che esso s'allunga svolgendosi, il moto diviene più lento. Ecco tutta la «legge della superficie», e tutto quanto il segreto dell'accrescimento dei movimenti planetarî a seconda che si avvicinano al Sole.

(1) In linguaggio astronomico s'intende per superficie (fr. *aire*) lo spazio percorso in un dato tempo dal raggio vettore di un astro. È questa la legge detta da noi del moto uniformemente accelerato *Il Trad.*

degli anelli potranno formarsi per dar nascita a dei satelliti, e questi anelli primitivi e questi satelliti saranno d'altrettanto più numerosi quanto più il pianeta avrà una materia più lata, e avrà torneato più rapidamente.

Così la Luna è nata dalla Terra, ed ogni satellite è nato dal suo pianeta centrale. Forse i satelliti potrebbero ancora dar vita alla loro volta a satelliti secondarî. Ma noi non ne abbiamo esempi nel nostro sistema solare. Senza dubbio i nostri satelliti erano troppo densi o in rotazione troppo lenta, fin dall'origine, per aver potuto frazionarsi di nuovo. Noi conosciamo esempî di tal genere in altre regioni del cielo; e sono sistemi quadrupli, nei quali un corpo celeste gira intorno ad uno di maggior mole, il quale gira egli stesso intorno ad un altro, il

Terra Giove

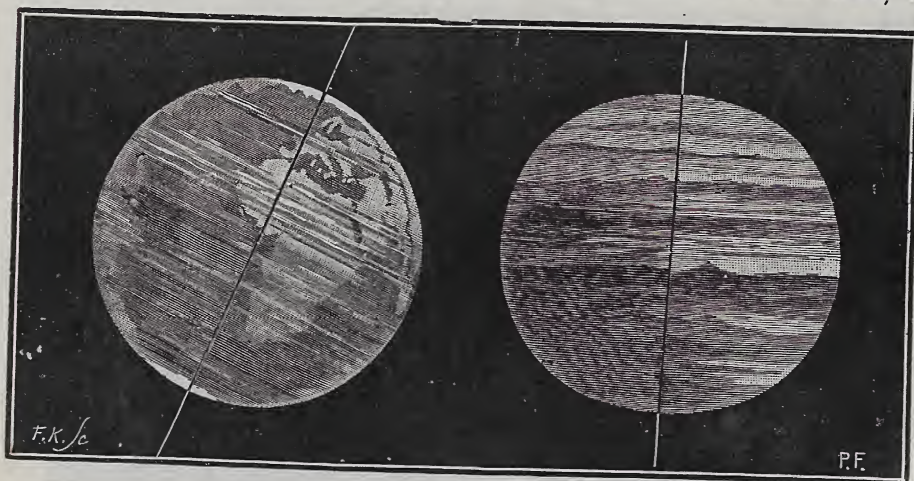
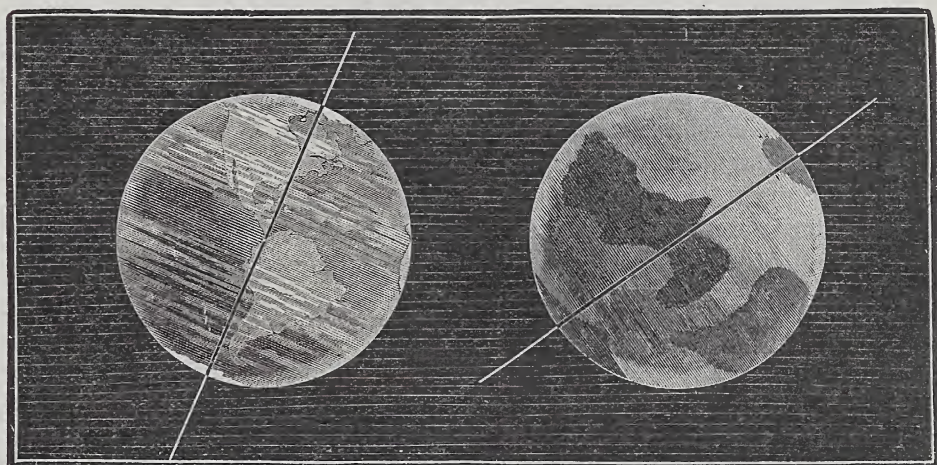



Fig. 26. — Inclinazione comparata dell'asse della Terra e dell'asse di Giove.

quale ultimo trascina alla sua volta questo triplo sistema intorno ad un sole più potente e più lontano.

Che poi nella nebulosa solare di cui noi tentiamo di raccontare la storia, le zone di condensazione, anulari o parziali, si sieno formate *interiormente*, oppure ch'esse si sieno formate *esteriormente* al limite in cui la forza centrifuga faceva equilibrio all'attrazione generale, il risultato non è stato il medesimo. Essendo ammesso, come è ragionevole supporre, che la nebulosa roteasse come tutt'una intorno al suo centro, le velocità d'attrazione s'accrescono colla distanza, girando i lembi estremi delle zone più velocemente dei lembi interni, ed essendo i pianeti così formati stati travolti in un movimento di rotazione diretto, come noi l'abbiamo detto testè.

Questa teoria, formulata per la prima volta nel secolo passato dal filosofo Kant e dal matematico Laplace, spiega in modo soddisfacente

l'insieme dei movimenti planetari. Sembra che la natura vi abbia posto essa stessa il proprio suggello, e ch'ella abbia lasciato nel nostro sistema la traccia dell'opera sua mediante l'aspetto del mondo di Saturno, che rotea nel cielo accompagnato da una corona di anelli sempre sussistenti (fig. 25). Questi anelli, tuttavia, non sono gasosi, nè liquidi, nè solidi, ma sembrerebbero costituiti da corpuscoli distinti aggirantisi insieme intorno al pianeta, e tenuti in posto dalla rete di attrazione dei satelliti esteriori. Essi non sono che una imagine modificata del modo di formazione dei corpi celesti, e non è probabile che essi si riuniscano in un solo ammasso per la costituzione di un satellite. Sono già essi stessi, in ognuno dei loro corpuscoli, dei veri e propri satelliti, staccati dal pianeta, isolati e circondati, non già

La Terra Venere.
Fig. 27. — Inclinazione comparata dell'asse della Terra e dell'asse di Venere.

come un' atmosfera ma come corpi celesti indipendenti, girando il lembo estremo dell' anello meno presto del lembo interno secondo la decrescenza dell'attrazione in ragione del quadrato della distanza.

La teoria che noi abbiamo ora esposta è semplice e razionale. Essa non esplica tuttavia certe particolarità del nostro sistema.

Così essa non ci dà punto la ragione dell'inclinazione dei pianeti sopra le loro orbite. In seguito a quanto noi vedemmo poco fa, i pianeti dovrebbero essere collocati sulle loro orbite in senso verticale e non obliquamente. Avendo i loro movimenti di rotazione per causa prima la differenza di velocità tra il bordo esterno ed il bordo interno della zona in condensazione, l'asse di condensazione dovrebbe essere assolutamente perpendicolare al piano nel quale ciascun pianeta si muove intorno al Sole. È ciò che sussiste, a vero dire, pel più impor-

tante dei pianeti, per Giove, ma gli altri sono tutti più o meno inclinati. Ognuno sa, per esempio che l'asse di rotazione della Terra è inclinato di 23° ½, e che questa inclinazione è la causa delle vicende delle sue stagioni.

Ognuno può rendersi conto di questo stato di cose dall'ispezione del disegno qui sopra (figura 26) che rappresenta l'inclinazione comparata della Terra e di Giove (notando che si disegna la Terra altrettanto grossa quanto Giove perchè tornasse più agevole d'apprezzare questa inclinazione). Giove è pressochè verticale; la Terra, al contrario, è assai inclinata.

Ebbene, gli altri pianeti sono inclinati come la Terra, e molti lo sono assai più. Ecco queste diverse inclinazioni:

Giove	3	Saturno	26	
Mercurio	20	Venere	55	
Terra	23 1/2	Urano	58	Satelliti 98
Marte	25	Nettuno	?	» 146

Le inclinazioni di Mercurio, della Terra, di Marte e di Saturno nno differiscono considerevolmente fra di loro, e sono comprese fra il 20 e il 26°. Le stagioni sono press'a poco della stessa intensità relativa in questi quattro pianeti, benchè differiscano dal punto di vista della temperatura media e da quello della lunghezza. L'inclinazione di Venere, di 55°, è d'assai maggiore, come si può giudicarne guardando la figura 27.

Urano è ancora più inclinato. Secondo le ultime osservazioni (1) l'asse di rotazione che, per Giove, non è inclinato che di 3° sulla perpendicolare al piano nel quale si muove, per la Terra di 23° ½ e per Venere di 55°, questo asse, lo diciamo, è inclinato di 58°. Ma ciò che havvi di più sorprendente si è che il sistema dei suoi quattro satelliti è più inclinato ancora e discende fino a 98°, vale a dire al di là dell'angolo retto, ciò che fa sì ch'essi circolino pressochè perpendicolarmente al piano dell'orbita. L'asse polare di Urano fa coll'asse di rotazione dei suoi satelliti (o, ciò che è la stessa cosa, l'equatore di Urano fa col piano di rivoluzione dei satelliti) un angolo di 41° circa, girando il pianeta su sè stesso in un piano differente affatto da quello de' suoi satelliti. Inoltre questa inclinazione di 98° fa sì che i satelliti, pur girando pressochè perpendicolarmente, roteano piuttosto in senso retrogrado di quello che in senso diretto. Vi è là un'anomalia assai notevole e che ha fatto inclinare in una maniera strana gli assi di rotazione.

Noi non sappiamo ancora in qual modo Urano giri su sè stesso, se cioè in senso diretto o in senso retrogrado.

Il sistema di Nettuno è ancor più spiccato; la sua inclinazione scende fino a 146°, e il moto de' suoi satelliti è decisivamente retrogrado.

---

(1) Veggasi l'*Astronomia, Rivista mensile di astronomia popolare* (Parigi, Gauthier Villars). numero di agosto 1884, osservazioni fatte all'Osservatorio di Parigi dai signori Henry.

Sono questi fatti astronomici che la teoria cosmogonica esposta più sopra non spiega (1). Era nondimeno importante di non lasciarli passare sotto silenzio.

E' probabile che queste inclinazioni abbiano avuto per causa il modo stesso di formazione di ciascun pianeta, mediante la condensazione, non immediata ed uniforme, ma graduale e in più volte della zona nebulosa originale. Le aggiunzioni successive delle masse diffuse hanno dovuto far cangiare il centro di gravità come il piano di movimento. Le perturbazioni esterne non sono state parimenti senza azione.

La teoria non esplica altresì perchè la Luna, nata nella nebulosa terrestre, presenti sempre la stessa faccia alla Terra, mentrechè i pianeti, anche più prossimi al Sole, girano su loro stessi con indipendenza. Si può rispondere senza dubbio che la Luna ha originariamente girato su sè stessa, e che fu la Terra che l'ha arrestata operando mediante le maree lunari come un freno, al modo stesso che ai giorni nostri le maree terrestri, prodotte dalla Luna, tendono a rallentare il moto di rotazione della Terra. Ma il Sole ha dovuto produrre su Mercurio delle maree analoghe, e avrebbe dovuto, in virtù dello stesso principio, arrestare il suo movimento di rotazione.

Essa non spiega altresì per quale azione uno dei due satelliti di Marte giri più presto dello stesso pianeta: e infatti esso gira intorno al pianeta in 7 ore e 39 minuti, mentre impiega 24 ore e 37 minuti a compire il proprio movimento di rotazione (2).

Noi non sappiamo tutto. Ma quale noi l'abbiamo esposta, questa teoria rende conto dell'insieme dei differenti corpi del sistema solare e della loro unità di origine. E' già molto. Ci dobbiamo stimar felici d'aver saputo trovar i vincoli di parentela che riattaccano le nebulose al Sole, di sapere come una nebulosa può formare un Sole ed un sistema di mondi, e di poter assistere col pensiero al primo apparire della Terra nel seno della nebulosa solare, e all'apparizione della Luna nel seno della nebulosa terrestre. L'analisi spettrale, che ci permette oggidì di leggere nei raggi di luce la storia chimica degli astri, conferma l'unità del sistema del mondo, e perfino l'unità dell'universo, mostrandoci gli elementi terrestri sparsi negli altri pianeti, e fin anco nelle stelle, ed affermando l'unità di composizione del Cosmos.

« Si è perfino tentato di riprodurre con un' esperienza di laboratorio la teoria della formazione dei mondi che noi abbiamo testè delineata.

---

(1) Veggasi: Faye, *Rivista mensile d'astronomia*, numeri del maggio e giugno 1884. Il signor Faye opina che la formazione del sistema solare s'è compiuta diversamente incominciando da Urano, e che per Nettuno ed Urano gli anelli cosmici si sono formati *esteriormente* alla nebulosa solare, mentre per Saturno e per gli altri pianeti più vicini si sarebbero formati *interiormente*. Ma questa differenza non ci rende conto della perpendicolarità del sistema di Urano, nè delle inclinazioni planetarie.

(2) La velocità attuale della rotazione del Sole è essa pure una obiezione contro la teoria. (Veggasi la *Rivista mensile di astronomia popolare*, febbraio 1885, articolo di Maurizio Fouchè *sull'ipotesi di Laplace.*)

Il signor Plateau, fisico belga, è il primo autore di questa esperienza, che viene ripetuta spesso nei corsi di fisica.

« In mezzo ad un vaso di vetro riempito d'acqua vite, avente la gravità specifica dell'olio con cui si vuol fare l'esperienza, si colloca un sifone che termina in punta, e riempito d'olio come nella figura a pag. 52. (Vedi figg. 28 e 29.)

« Si tiene l'estremità del sifone in mezzo al vetro, poi si ritira il dito dall'imbocco superiore per aprire il passaggio all'olio. Immediatamente si vede allora l'olio presentarsi all'estremità opposta sotto forma di una goccia. La goccia s'ingrossa, raggiunge le proporzioni di un pisello, di una nocciuola, e, se l'esperienza è ben fatta, fino le dimensioni d'una noce ordinaria. Tale è dunque la forma che prende un liquido abbandonato a sè stesso, e indipendente da ogni ostacolo.

Fig. 28. - Goccia d'olio in istato di riposo.

« Se allora si fa girare un simile globo d'olio sul proprio asse, la sua forma cambia: esso diviene uno sferoide appiattito alle due estremità più vicine all'asse. L' esperienza si fa facilmente colle gocce di olio nell'acquavite. Si attacca un bottone di metallo che si fa girare mediante un ingranaggio, e si abbassa questo bottone in mezzo alla miscela di spirito di vino e d'acqua. L'ingranaggio è tenuto fuori dell'acqua e disposto in modo tale che l'asta e il bottone con cui termina non facciano che girare sul loro asse, senza altro movimento o scossa. Quando tutto sia così predisposto, si lascia la goccia d'olio sfuggirsene dal sifone e scendere al di sotto del bottone. Essa forma immediatamente un piccolo globo intorno a quest' ultimo e aduna parte dell'asta. Se allora si fa girare lentamente sul suo asse l'asta di metallo, la goccia di liquido acquista una parte di questo movimento, di cui la velocità va crescendo. Tostochè la notazione della goccia d'olio diviene visibile, questa cangia di forma, s'appiattisce come un arancio, o come

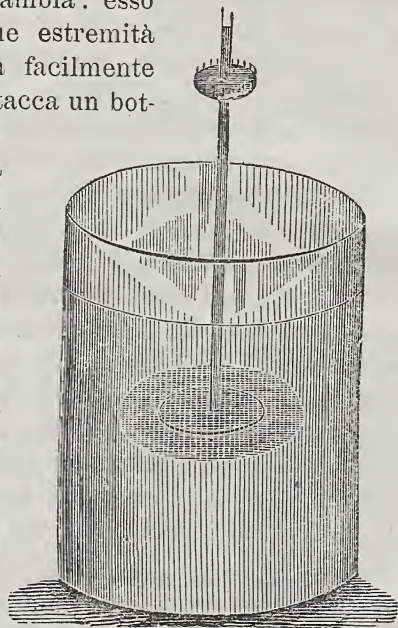



Fig. 29. — Goccia d'olio in moto.

i pianeti, e accelerando con avvedutezza la rotazione, si può giungere fino a fare in maniera che il diametro della goccia d'olio raggiunga il doppio della larghezza del suo asse. Ma se si va al di là, la coesione cessa, la zona esteriore si stacca, e la goccia d'olio diviene simile all'anello del pianeta Saturno.

« Quest'ingegnosa esperienza dimostra in pratica ciò che la teoria insegna, cioè che la rotazione dei corpi allo stato liquido modifica la loro forma in ragione del loro volume e della velocità della loro ro tazione. La Terra ha, come ognun sa, la forma d'uno sferoide leggermente appiattito ai poli.

« Da quanto precede risulta che il corpo terrestre è stato in passata

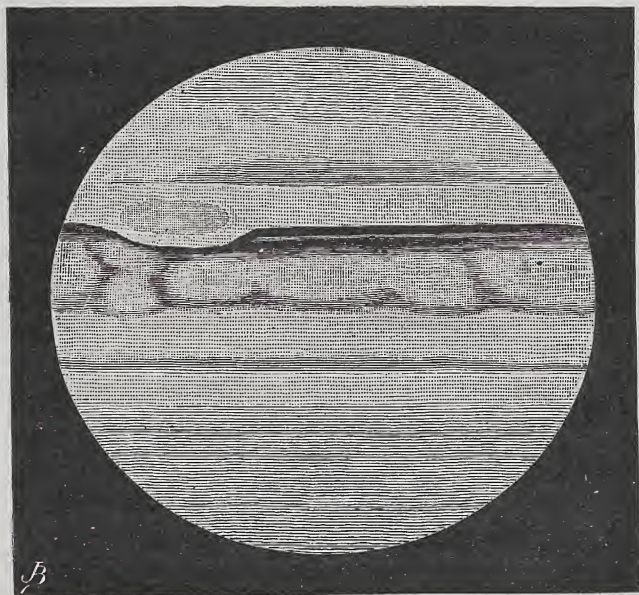



Fig. 30. — Giove è un mondo nella sua genesi. Macchia rossa osservata dal 1878 al 1884.

liquido o molle, ossia plastico; la Terra ha dovuto prendere la forma di un globo, e, in seguito alla rotazione sua, appiattirsi all'estremità del suo asse. La temperatura del pianeta, liquido nel suo nocciolo e gasoso nella sua atmosfera, era allora di più migliaja di gradi. »

I diversi pianeti non si sono nè formati nello stesso tempo, nè raffreddati simultaneamente. La loro creazione non data già dallo stesso giorno, e non hanno la stessa età correlativa. Così, in confronto della Terra, Giove è d'assai più giovane; esso non è ancora arrivato allo stato di stabilità del nostro pianeta; la sua atmosfera è ancor carica di vapore e di nubi, e appare soggetta a incessanti perturbazioni (vedi fig. 30); hanno luogo colà dei fenomeni meteorologici quotidiani cheil-

calore solare sarebbe incapace di produrre ad una tale distanza, e che vi sono mantenuti dalla temperatura propria a Giove, oggidì ancora assai elevata. Da alcuni anni sopra tutto, l'osservazione assidua degli astronomi ha messo in chiaro alcuni fatti caratteristici che ci fanno assistere da lungi alla formazione della superficie di un mendo; una macchia rossa d'una grande estensione (più vasta di tutta quanta la Terra) s'è formata al di sopra dell'equatore, ed è rimasta fissa allo stesso punto da sette anni in qua (1) torneando col pianeta nel suo rapido giro di rotazione, di 9^h 55^m, ma restando immobile allo stesso posto del globo; essa è impallidita lentamente e s'è gradatamente dissipata; e non poteva essere nè una nube, nè un accidente meteorologico, dacchè rimase per ben cinque anni ferma allo stesso punto; essa appartiene alla superficie stessa del globo, ed è probabile che si tratti colà di un continente in formazione. Giove è attualmente nella sua età primodiale.

Le stelle, soli dell'infinito, cosparse nell'immensità, si presentano del pari a noi nelle loro differenti età. Esse si dividono essenzialmente in quattro tipi: 1.° le stelle bianche, quali Sirio, Vega, Rigel, Procione, Altair, ecc., il cui spettro mostra in particolar modo l'idrogeno incandescente, e manifesta una temperatura estremamente elevata, sono le più giovani; 2.° le gialle d'oro, astri quali lo stesso nostro Sole, Capella, Arturo, Polluce, Aldebaran, ecc., in cui si scorgono dissociati il sodio, il ferro, l'idrogeno, il magnesio, e la cui temperatura è meno elevata di quella dei soli precedenti, sembrano essere nella vigoria dell'età; 3.° le stelle aranciate, quali Antares ed altre meno brillanti, di cui lo spettro mostrasi formato da forti linee nerastre e da punti luminosi, atmosfere assorbenti idrogeno raro, sodio, ferro, magnesio, carbonio (e notisi che un gran numero di quelle stelle sono variabili come quelle della classe seguente); 4.° le stelle rosse ed opache, che sono assai poco brillanti, generalmente invisibili ad occhio nudo, e nelle quali lo spettroscopio permette di riconoscere il carattere dei composti di carbonio, e probabilmente di ossidi gasosi, ciò che dinota dei soli a bassa temperatura; sono quelli senza dubbio astri che si ossidano, e che sono prossimi ad estinguersi. Così il cielo ci mostra le sue creazioni in tutte le epoche della loro storia. Vi sono nel cielo come sulla terra delle culle e delle tombe. Felice chi potesse levare il velo di queste tombe e fare l'oroscopo dei mondi venturi! Più felice ancora colui che, negli astri in agonia e fra i mondi periti, sapesse indovinare la risurrezione, e scoprire per quali misteriosi procedimenti la natura rende eterna l'opera sua!

(1) Veggasi Flammarion, *Le terre del Cielo*, pag. 596.

CAPITOLO III

LA NASCITA DELLA TERRA.

Nella tenebrosa immensità dei cieli la nebulosa solare brillava d'una luce pallida e diffusa, e mentre si condensava gradualmente verso il suo centro, luceva dello stesso splendore roteando annualmente intorno a questo focolare centrale. Il nostro pianeta era allora completamente gasoso; non possedeva alcun nucleo solido e neppure alcun strato liquido; non era in certo modo che un'atmosfera, considerevolmente più leggiera dell'aria che respiriamo. La sua temperatura originaria era eguale a quella della zona solare nel seno della quale s'è formata. Essa aumentò ancora per effetto della sua propria condensazione. Obbedendo alle leggi della gravità, le molecole si rinserrarono vieppiù verso il centro. La sua forma sferica si definì sempre meglio. La nebulosa divenne sole, e brillò d'una splendida luce.

La teoria meccanica del calore mostra come la sola condensazione in globo delle particelle costitutive del nostro pianeta ha dovuto produrre un calore di 8988 gradi centigradi. Durante questo primo periodo, la culla nostra spandeva assai lunge il suo vivido irradiamento. La Terra brillava allora nello spazio come un sole avviluppato da una pallida nebulosità. (Vedi fig. 32.)

A quell'epoca gli osservatori posti negli universi lontani avranno potuto vedere, nel periodo solare del nostro pianeta, una stella doppia composta di due astri di grandezza differente: e il più grande sarà stato il nostro stesso Sole, il più piccolo la Terra, la Terra-Sole. Senza dubbio anche questo sistema sarà stato doppio, triplo, quadruplo, multiplo, es-

sendo molti altri pianeti stati Soli alla stessa epoca in cui lo era la Terra. Ma, siccome è probabile che Venere e Mercurio fossero ancora nebulosi allorchè la Terra era già Sole, così vi ebbe un'epoca in cui, nell'obiettivo del telescopio gli osservatori lontani avranno potuto vedere il Sole e la Terra sotto l'aspetto della figura 34.

Durante molti e molti secoli, il nostro globo brillò, sole risplendente, focolare di potenti reazioni chimiche, dando origine a macchie e ad eruzioni gigantesche, analoghe ai fenomeni che noi vediamo ogni giorno compiersi alla superficie del nostro Sole. La Terra era allora, secondo, ogni probabilità, meno voluminosa del nostro Sole attuale, ma consi-

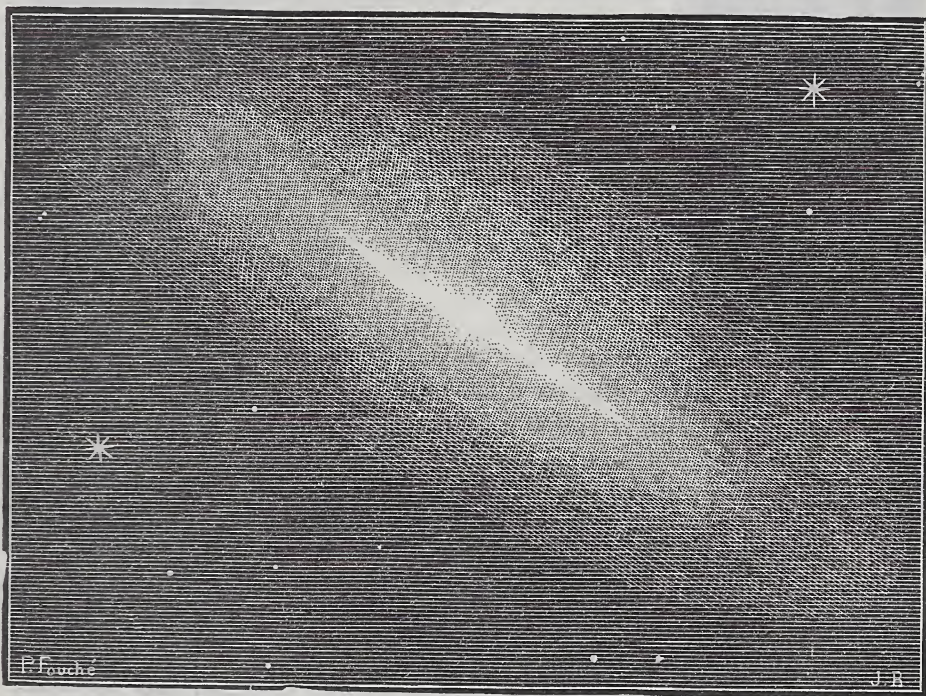



Fig. 32.
La Terra brillava allora nello spazio come un sole avviluppato in una pallida nebulosità

derevolmente più grande di quanto nol sia ai giorni nostri; senza alcun dubbio si estendeva essa fino al di là dell'orbita della Luna, con un diametro da trenta a quaranta volte più largo del suo diametro, attuale leggerissima di densità, e interamente gasosa.

Ma lo spazio nel quale si muovono i mondi è freddo ed oscuro. La sua temperatura normale parrebbe essere di 270° al disotto di zero. È un freddo così intenso che gli uranoliti, che ne sono impregnati, lo conservano nel loro seno nonostante il loro superficiale riscaldamento nel passaggio così rapido che essi fanno attraverso l'atmosfera terrestre. Allorchè infatti vengono raccolti dopo la loro caduta, ci si brucia le dita nel toccarli;

Fig. 33. — Formazione dell'atmosfera. Prima condensazione delle acque.

ma se si spezzano l'interno ne è ghiacciato al punto che scotta esso pure, più ancora dell'esterno. (Quest'osservazione è stata fatta, in ispecial modo, il 14 luglio 1860, allorchè avvenne nelle Indie la caduta dell'uranolito di Dhurmsalla.)

In mezzo a questo freddo, il raggio del Sole-Terra finì per estinguersi, e, nè la sua condensazione progressiva, nè le sue combustioni chimiche, nè la caduta dei materiali o delle polveri cosmiche che dovettero pervenirgli dai residui della nebulosa solare che lo circondava, e dalle diverse parti dello spazio, bastarono alla conservazione di quell'irradiamento calorico e luminoso. Il globo terrestre, da gasoso divenne liquido, liquido bruciante, ma meno luminoso. Da bianca e risplendente com'essa era dapprima, la Stella-Terra si colorò di raggi gialli d'oro, poi aranciati, rossastri e cupi. Un'atmosfera densa, pesante, agitata, un'atmosfera da officina e da laboratorio, l'avvolse nei suoi vortici. La Terra si estinse.

Fig. 34.
Il Sole e la Terra visti da lontano formavano una stella doppia.

Essa si estinse come sole, ma per entrare nell'aurora della sua vita.

È durante questo periodo primordiale che la Luna s'è formata, emanazione della nebulosa terrestre, come la Terra s'era formata, emanazione della nebulosa solare. La Luna appartiene alla Terra, come la Terra appartiene al Sole. Essa gira intorno al nostro pianeta in 27 giorni e 7 ore, come noi giriamo intorno al Sole in 365 giorni e 6 ore; essa ci accompagna, satellite fedele; essa circola mensilmente intorno a noi, torneando nello stesso senso in cui noi giriamo, vale a dire dall'ovest all'est, e pressochè nel piano del nostro equatore (l'inclinazione è di 5°), il suo atto di nascita è inscritto ancora nel suo moto, e la sua origine terrestre si palesa in tutti i suoi caratteri; essa pesa ottanta volte meno della Terra, ed è cinquanta volte più piccola: la sua densità è di sei decimi quella della Terra.

Essa ha dovuto formarsi da una zona nebulosa distaccata verso il piano dell'equatore dalla nebulosa terrestre a un'epoca in cui il movimento di rotazione della Terra s'era notevolmente accelerato, ed era divenuto assai più rapido di quello che nol sia ai giorni nostri, imperciocchè la Luna è a noi così vicina e la sua attrazione così potente da produrre maree considerevoli (vedi figura 35), le quali agendo come un freno in senso con-

trario a quelle del moto di rotazione del nostro globo hanno rallentato questo moto, come lo rallentano ancor oggi e in proporzioni assai più grandi.

Calcoli giudiziosi fatti recentemente da Darwin figlio, sembrano condurre alla conclusione che la nascita della Luna risalirebbe a circa cinquanta milioni d'anni, epoca in cui il moto di rotazione della Terra su sè stessa si sarebbe compiuto in tre sole ore (1). Prima della nascita della Luna, la Terra andava già soggetta a maree, ma a maree prodotte unicamente dall'attrazione del Sole, e che gonfiavano la nebulosa terrestre lungo la sua zona equatoriale, facendo roteare lungo questa zona una specie di rigonfiamento fluido. D'altra parte, il rapido movimento di rotazione del nostro pianeta su sè stesso produceva lungo questa stessa zona equatoriale una forza centrifuga potentissima, e per distaccare dalla nebulosa terrestre una porzione relativamente considerevole, la minima causa poteva bastare. Il Sole è stata questa causa. Una coincidenza di forte marea colla tendenza centrifuga avrà reso indipendente dall'attrazione terrestre una parte di questa zona in equilibrio instabile, gradatamente sminuita da vibrazioni diurne consecutive, a guisa di un pendolo; la Terra avrà ripreso la sua forma sferica e i materiali distaccati si saranno riuniti in una stessa massa, esercitando alla lor volta l'attrazione ad essi propria su tutte le sue parti costitutive, nel tempo stesso che, conservando il suo movimento primitivo, la zona distaccata continuò a girare intorno alla Terra.

Tale fu l'origine della Luna. Nei primi giorni della sua formazione essa toccava la Terra e girava intorno ad essa in questo stesso periodo primitivo di tre ore. Le nostre maree attuali non sono che un pallido rimasuglio di ciò che esse erano in quell'epoca primordiale. In parte il satellite era assai più vicino al pianeta, ed è noto che l'attrazione si accresce in ragione del quadrato d'avvicinamento, e cioè che per una distanza due volte minore, essa è quattro volte più forte, e così di seguito. D'altra parte, il globo terrestre, in luogo d'essere solidificato e di avere la sua superficie divisa in continenti ed in oceani, era completamente fluido: le maree agivano dunque completamente su di esso e gli facevano costantemente girare intorno quella specie di cuscinetto circolare. Attualmente le nostre insignificanti maree, facendo il giro del globo in senso contrario del movimento di rotazione della Terra, agiscono come un freno che ritarda questo movimento, e aumenta la durata del giorno di 22 minuti secondi per secolo. Allora, le gigantesche maree primitive, che inondavano tutto il globo due volte per giorno sul loro passaggio, agivano con un'energia incomparabilmente più potente per rallentare questo moto, il quale da tre ore arrivò a quattro, a cinque, a dodici e finalmente a ven-

(1) Veggasi *L'Astronomia, Rivista mensile d'astronomia popolare*, numero di novembre 1884.

tiquattro. Il rallentamento del moto della Terra è accompagnato da quello della Luna, e, per ciò stesso, da un allontanamento graduale del nostro satellite.

Nel tempo stesso, le maree prodotte dalla Terra sulla Luna erano molto più forti di quelle prodotte dalla Luna sulla Terra, inquantochè il pianeta è 80 volte più pesante e potente del satellite. Esso ha finito a frenare completamente il moto di rotazione della Luna ed a renderla immobile. Ed ora la Luna gira intorno a noi presentandoci sempre la stessa faccia. Oltre a ciò, essa non è perfettamente sferica, ma un po' allungata nella direzione della Terra. Non vi sono più maree sulla Luna; e quando anche il globo lunare fosse coperto d'acqua, non ve ne sarebbero altrimenti, poichè, relativamente alla Terra, la Luna è ferma sul proprio asse.

Così, dopo la sua nascita, la Luna è andata allontanandosi lentamente dalla Terra, e girando man mano sempre meno presto, come andò reciprocamente rallentandosi il moto di rotazione della Terra. Le maree continuano ad agire come un freno e a rallentare quel moto. È probabile che verrà un tempo in cui la Luna a sua volta avrà arrestato il moto di rotazione del nostro pianeta, l'avrà reso eguale al mese lunare, ed avrà così forzato il nostro globo a presentare sempre la stessa faccia alla Luna. Se gli oceani terrestri durassero così a lungo quanto basti perchè le maree abbiano a produrre questo risultato, la rivoluzione del nostro satellite intorno a noi sarebbe allora allungata fino a 58 giorni, e noi non avremmo più sulla Terra che sei giorni per anno, essendo ogni giorno di 1400 ore! Il calendario ne verrebbe notevolmente semplificato, e trasformati sopratutto ne andrebbero i nostri costumi e le abitudini nostre. Ma la nostra modesta dimora ambulante è sotto l'influenza di tante altre cause cosmiche che non sarebbe filosofico il prenderne in considerazione una sola.

Due pianeti sembrano, nel nostro sistema, darci un'imagine di quei tempi primitivi, pel motivo che, pur essendo nati prima della Terra, ed essendo così più antichi d'essa, hanno impiegato assai maggior tempo a condensarsi, e sono relativamente più giovani ch'essa non lo sia oggidì. Accenniamo ai mondi più voluminosi del gruppo solare, a Giove cioè ed a Saturno. Le lune di Saturno sono ancora vicine affatto al loro pianeta generatore, e la nascita loro non è certamente antica. V'è di più. Gli anelli che circolano intorno al globo di Saturno sono composti di piccoli corpi riuniti in un turbinìo vorticoso, e queste particelle costitutive, che girano rapidamente intorno al pianeta, sono aggregate in zone più dense lungo certe linee, disseminate, sparse, rarefatte in altri punti. Si osserva fino una zona assolutamente vuota, che separa gli anelli in due parti distinte, dove queste particelle mancano affatto. Si può pensare che questi anelli così strani altro non sieno che gli embrioni di due satelliti

futuri, ciò che porterebbe a dieci il numero dei soci di Saturno. Si può pensare inoltre che la Luna, del pari che i satelliti degli altri pianeti, sieno stati formati secondo un processo analogo, da una zona equatoriale

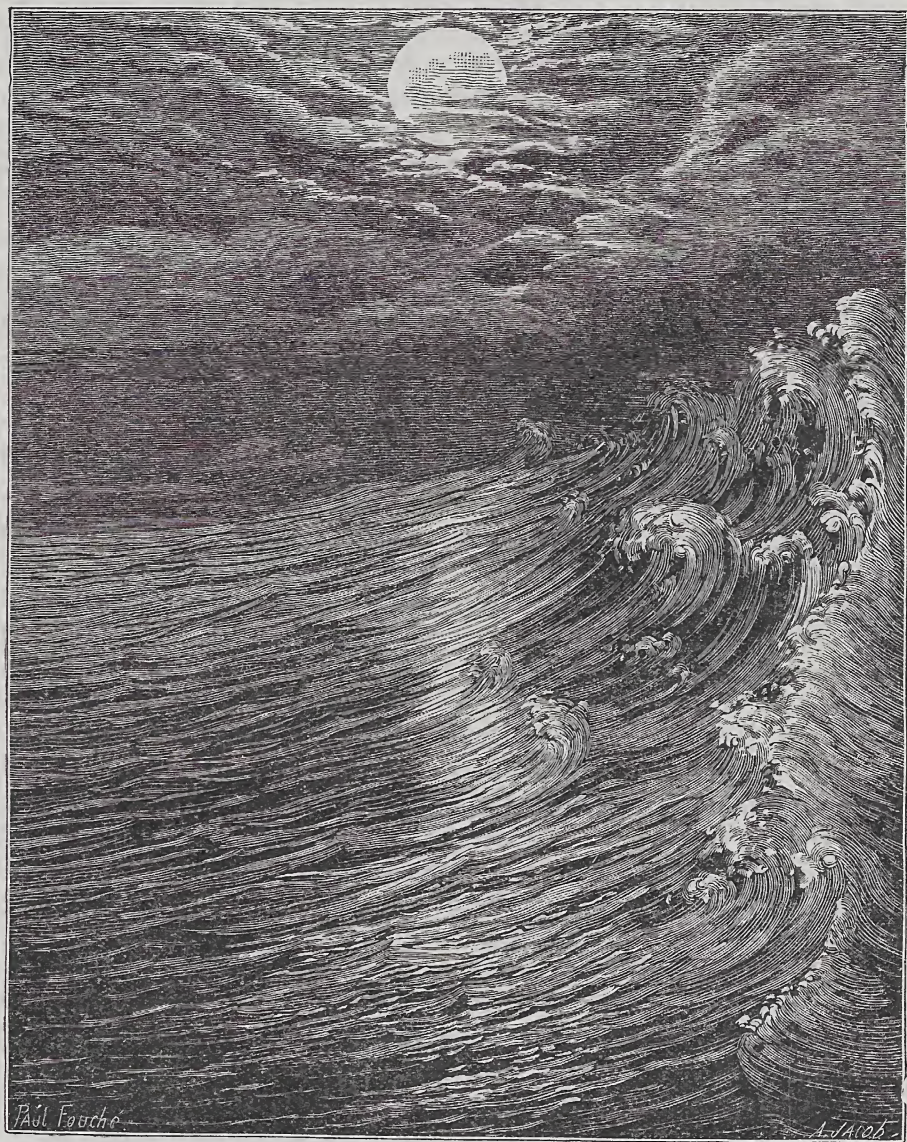



Fig. 35.
In origine, la Luna, più prossima alla Terra ancor fluida, produceva maree formidabili.

staccata dal pianeta e gradatamente riunitasi in sfera per effetto dell'attrazione stessa delle sue particelle costitutive.

La durata del periodo di formazione dei pianeti ebbe a dipendere per ognuno d'essi dalla quantità di materia che li ha composti, e il periodo

di raffreddamento dall'elevazione della temperatura del globo primitivo, dal suo volume e dalla sua superficie, al che converrebbe aggiungere altresì la differenza della natura minerale dei terreni formati, e quella delle atmosfere, di cui l'inviluppo protettore è più o meno efficace, secondo la trasparenza sua per effetto del calore. È per mezzo della superficie esterna che una sfera celeste si raffredda. Così il volume della Terra è 49 volte più grande di quello della Luna; ma la superficie del nostro pianeta non ne è che tredici volte più grande. La Luna ha dunque, a questo riguardo, un'azione di raffreddamento pressochè quattro volte più rapida di quella della Terra, e, in realtà, essa s'è raffreddata più presto di noi.

Dall'insieme delle cause che hanno presieduto alla formazione della Terra, il nostro pianeta ha dovuto passare attraverso una temperatura eccessiva d'egual natura di quella del Sole; poi, consuntisi i principî di combustione, essa ha cominciato a raffreddarsi pur condensandosi ancora, e da gasosa divenne liquida fino a che giunse l'epoca in cui la superficie, coagulandosi, incominciò a solidificarsi. Il nostro globo si raffreddò così di secolo in secolo, avendo luogo il raffreddamento naturalmente dall'esterno all'interno.

Il raffreddamento è esso completo oggidì? Dopo i milioni d'anni da che s'effettua, è finalmente arrivato al suo ultimo stadio? Esiste tuttora un calore interno nel seno del nostro pianeta, ed ha esso un'azione qualsiasi sulla vita che si espande radiante alla superficie del globo? Movendosi da tanti secoli in uno spazio più che gelido, in uno spazio la cui temperatura normale parrebbe essere di 270° al di sotto di zero, la terra non ha essa oggidì il proprio cuore agghiacciato? Qual è attualmente la temperatura interna del globo terrestre? È una questione del più alto interesse, che noi studieremo in ogni sua particolarità, e alla quale consacreremo un capitolo speciale, esponendo tutti i documenti acquisiti alla scienza sulla costituzione interna del nostro pianeta, sulle temperature osservate nelle miniere, nei tunnel, nelle sorgenti termali, nei vulcani, ecc. Ma la storia della Terra si svolge in questo momento davanti ai nostri occhi, e noi entriamo in una delle fasi decisive della sua parabola fatata.

Ognuno sa che i tre stati dei corpi, lo stato solido, lo stato liquido e lo stato gasoso, sono originati unicamente da semplici differenze di temperatura. Ecco, per esempio, un pezzo di ghiaccio. Orbene, sia la sua temperatura portata al grado del ghiaccio fondentesi (0° del termometro centigrado), e questo pezzo di ghiaccio cesserà d'essere solido per divenire liquido e sciogliersi in acqua; non si tratta d'altro fuorchè delle molecole sue, le quali s'allontanano reciprocamente le une dalle altre, cessano d'essere aggregate, e subiscono l'azione della legge di gravità. Riscaldiamo ora quest'acqua al grado dell'ebollizione (100° del termometro centigrado), ed essa si trasformerà in vapore. In tutti e tre i casi

questo corpo non è chimicamente cambiato, è sempre dell'acqua; ma l'aspetto fisico ne è ben differente: nel primo caso è un minerale solido; nel secondo è un fluido; nel terzo è un gas che rapidamente diviene invisibile. Prendiamo un pezzo di ferro; eleviamolo alla temperatura di 1500, ed esso si fonderà come dell'acqua. Prendiamo un pezzo di zinco; a 450° esso diviene liquido, a 1300° gasoso, ecc.

Le diverse sostanze che costituiscono il globo terrestre non sono divenute liquide, poi solide, che alle epoche in cui per ognuna d'esse il raffreddamento fu sufficiente. Le combinazioni, cui sono dovuti tutti i corpi composti, non hanno potuto prodursi esse stesse che mediante abbassamenti consecutivi della temperatura primordiale. I liquidi che la calce teneva sospesi nell'atmosfera allo stato di vapore incominciarono a precipitarsi in pioggie di diversa natura (vedi figura a pag. 57). Nessun teoricista ebbe sin qui a tener dietro a queste diverse precipitazioni della atmosfera nostra, le quali hanno dovuto aver luogo di mano in mano che il raffreddamento costringeva ognuna delle sostanze originariamente allo stato di vapore, a ricadere sotto forma liquida sul nòcciolo centrale. Così, verso la temperatura di 350 gradi termometrici, incominciarono le pioggie di mercurio: le pioggie d'acqua invece non divennero possibili che quando l'atmosfera non era più che a 100 gradi. A quale epoca hanno cominciato le precipitazioni delle altre sostanze, sia semplici, sia composte? Quali erano, in mezzo a tutti questi materiali eterogenei, le reazioni chimiche di questo vasto laboratorio atmosferico, all'equatore, verso i poli e nelle regioni intermediarie? Vi era in quel fatto tutta la genesi di un mondo.

A poco a poco la superficie del nòcciolo terrestre si solidificò col raffreddamento, e prese uno spessore capace di servire da fondo o bacino alle acque ed ai liquidi, i quali abbandonarono, senza più ritornarvi, l'atmosfera, per formare i mari delle diverse età. Questi depositi fluidi reagirono, del pari che l'atmosfera stessa, sulle materie combustibili o saline della parte solida. Col raffreddamento prolungato del nucleo centrale, e in seguito al ridursi che esso fece ad un più piccolo volume, la crosta avviluppante portata su di un nocciuolo divenuto troppo stretto, si ruppe in epoche diverse, di cui i periodi divennero d'altrettanto meno frequenti di quanto una tal crosta assunse maggior spessore e solidità.

Durante questo raffreddamento, tutte le sostanze gasose che costituivano il primitivo pianeta non passarono, senza eccezione, allo stato liquido od a quello solido. Rimane tutt'intorno al globo un inviluppo gasoso considerevole, formato da una miscela dell'ossigeno coll'azoto, conservati allo stato di gas permanenti. È l'*aria* che noi respiriamo.

Quest'atmosfera, dapprima immensa, che si estendeva fino alla Luna (allora, del resto, meno lontana da noi) e sovraccarica non solamente di quantità prodigiose di vapore acqueo che si sono più tardi condensate in

oceani ed in mari, ma altresì di tutti i vapori e di tutti i gas dei minerali futuri, s'è di secolo in secolo trasformata e purificata, e noi abbiamo oggi il privilegio di possedere e di respirare quest'aria trasparente che ci dà l'azzurro dei cieli e la bellezza delle prospettive aeree, che tempera la luce del giorno, che nutrisce così delicatamente le piante e gli esseri, e il cui velo, abbastanza fitto per impedire il raffreddamento completo delle notti e degli inverni, rimane ancora abbastanza lieve, sì da permetterci la vista delle stelle e lo studio dell'universo. Noi non vi pensiamo. Ma se l'atmosfera fosse stata solamente di poco differente, un nonnulla avrebbe bastato per avvolgerci in una nebbia perpetua, e quest'inviluppo opaco di alcuni chilometri sarebbe stato sufficiente per isolarci dal resto dell'universo, e tenere il genere umano nella schiavitù dell'ostrica assopita in fondo al mare.

La superficie del globo doveva essere allora di un rosso di fuoco. L'atmosfera di vapori che pesava su di essa era il campo di evaporazioni, di correnti ascendenti, di condensazioni superiori, di pioggie diluviali e di sempre nuove evaporazioni, le quali, durante secoli e secoli, fecero del nostro mondo un gigantesco laboratorio di chimica dove tutti gli elementi andarono confusi. Le formidabili scariche d'elettricità prodotte da queste trasformazioni del calore e del moto facevano spesseggiare l'atmosfera e le acque di baleni e di conflagrazioni elettriche, ed il viaggiatore celeste che avesse potuto passare non lontano da questo fantastico caos sarebbe rimasto assordato dagli spaventevoli scoppi di un perpetuo tuono, ripercotentisi notte e giorno tra le nubi squarciate e i flutti sconvolti di questa fiammeggiante genesi. Fors'anco a quell'epoca la Luna era abitata: e i suoi osservatori hanno forse assistito a questi combattimenti titanici degli elementi in furore, rivaleggianti fra di loro energicamente per afferrare la dominazione d'un nuovo mondo.

Ma, più vicina allora alla Terra, la Luna produceva, mediante la sua potente attrazione, delle maree colossali, tanto più estese, inquantochè nessun continente era allora consolidato, e il suolo, liquido o pastoso, obbediva completamente all'influenza luni-solare. Dall'ovest all'est, tutt'intorno al globo, s'avanzava incessante l'ondulazione formidabile nel tempo stesso che la grave atmosfera subiva essa pure maree più gigantesche ancora. La fornace era agitata senza posa dalla mano della natura. Non era quello un mondo: era un oceano di fuoco, di fiamme, di fumosità, di vapori, di uragani e di tempeste.

Tuttavia, roteando nello spazio agghiacciato, il pianeta si raffreddava effettivamente. Giunse il giorno in cui, verso i poli dapprima, là dove le maree erano meno violenti o venivano a cessare, dove il movimento diurno e la forza centrifuga ch'esse causavano erano meno sensibili; venne il giorno in cui la superficie di questo globo liquido e ancora ardente, co-

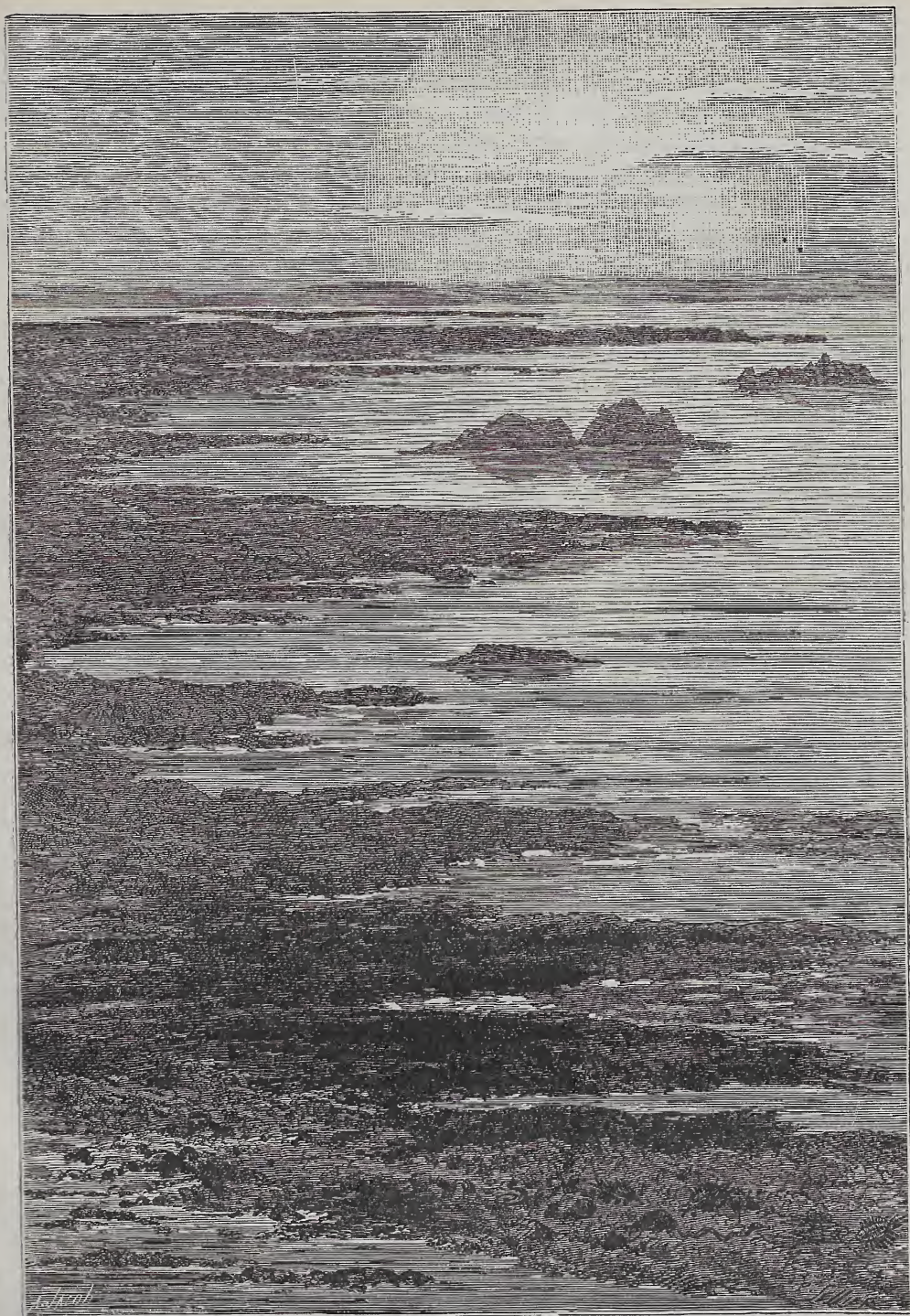



Fig. 36. — Le prime isole aride e nude uscirono dalle acque.

minciò a coagularsi ed a solidificarsi. I poli avevano allora la medesima temperatura dell'equatore. Il calore terrestre eccedeva di molto quello che poteva essere ricevuto dal Sole: esso era di più centinaia di gradi, e lo stesso in tutte le regioni del globo. Non vi erano allora nè climi, nè stagioni, benchè la posizione della Terra relativamente al Sole, e la sua inclinazione, fossero di poco differenti da ciò che sono ai giorni nostri. Ma la fornace era tutta quanta in ardore pel suo proprio calore.

Le prime solidificazioni che si verificarono nelle regioni polari poterono essere di qualche durata. Ma quelle che si formarono nelle altre regioni del globo, e sopra tutto nelle zone tropicali ed equatoriali, furono durante molto tempo sollevate e infrante dalle maree. Esse diedero luogo a scorie galleggianti sull'oceano di fuoco, alternativamente erose, fuse e ricostituentisi. La superficie nondimeno diveniva viscida fino ad una certa profondità: essa non era più limpida come l'acqua, ma prendeva certa consistenza, rassomigliando a quella della pece o del ferro che si toglie dalla fornace per lavorarla. Col progredir dei secoli, le scorie galleggianti si moltiplicarono, si cementarono, si estesero, e finalmente si formò il primo *suolo*.

Ma non fu per molto. Non appena formato, le reazioni della fornace interna contro questo primo ostacolo all'espansione dei vapori e dei gas lo ruppero in mille crepacci, lo crivellarono di cavernosità e di vulcani, nel mentre che le maree interne lo facevano ondulare, lo sollevavano, e lo frantumavano di bel nuovo. In qual modo questa prima crosta potè resistere alle onde di quell'oceano di fuoco? chi potrebbe imaginare le spaventevoli lacerazioni, gli espandimenti repentini e le convulsioni dei primi anni? Vero pandemonio di fuoco, sul quale giganteschi titani si combattevano nel delirio di un'atmosfera incandescente!

I flutti liquidi che si aprivano la strada attraverso le prime fratture della scorza primitiva, e che vennero a coagularsi all'esterno ed a solidificarsi, erano flutti di granito. Sono quelle le prime montagne (fig. 37).

Allorchè il raffreddamento divenne sufficiente per permettere l'esistenza dell'acqua allo stato liquido, i vapori cominciarono a dissolversi, e caddero le prime gocce d'acqua. Ma in questa temperatura prossima ai 100 gradi (ed anche maggiore in causa della pressione atmosferica più pesante), non appena cadute, queste pioggie s'evaporavano di nuovo. Erano vere pioggie d'acqua bollente. Vi ebbe allora un lungo periodo di pioggie. L'evaporazione riconduceva presto l'acqua, allo stato di vapore, nelle altitudini dell'atmosfera, regioni raffreddate pel loro irradiamento verso gli spazi agghiacciati, e là esse si condensavano nuovamente in nubi per ricadere in pioggie e continuare questo stesso ciclo perpetuo. Questa lotta dell'acqua e del fuoco durò per secoli e secoli, in mezzo a formidabili sprigionamenti d'elettricità, di bufere, di lampi e di tuoni. Essa affrettò il raffreddamento nella superficie. Venne il giorno in cui, essendo la mag-

gior parte dei vapori condensata, uno strato d'acqua di più chilometri di spessore si stese su tutta quanta la superficie del globo.

La prima scorza solidificata del globo, quella che formò il fondo del primo mare universale, e che, per i suoi sollevamenti, diede origine alle prime isole ed alle prime montagne, era composta di granito. Questo minerale deve un tal nome al suo aspetto (esso deriva dal nome italiano *grano*) in causa della sua struttura granulare. Esso è composto di feldspato, di quarzo e di mica. L'acqua fredda o calda, e l'acido carbonico dell'aria, decompongono facilmente il feldspato, che è un silicato a base d'allumina di potassa e di soda. L'azione chimica o meccanica delle acque agitate dei mari primitivi disaggregò questi silicati, e il fondo dei mari si coperse di sabbia, di fango, di detriti, stesi in banchi ed in strati originariamente orizzontali. Il granito ed il gneiss, rocce primitive (1), subirono allora una prima modificazione.

L'azione del calore è visibile su questi primi depositi. Le argille così deposte, presero sotto l'azione del calore una struttura fogliettata o *schistosa*, vale a dire formata da foglietti facili a separarsi come nelle ardesie. Questi *schisti*, primi sedimenti che si conoscano, riposano immediatamente sui terreni d'origine ignea. Durante questa prima fase della sua esistenza, il nostro pianeta era dovunque ricoperto d'uno strato d'acqua tiepida e fangosa, in fondo al quale si deponevano questi prodotti della disaggregazione del granito. I primi sollevamenti facevano emergere dal livello delle acque, a guisa di isole solitarie (vedi figura a pag. 65), le cime dei rigonfiamenti di granito, che alla loro volta erano erose dalle pioggie, dai venti e dagli uragani.

Questo terreno *primitivo*, che si rinviene alla base di tutti gli strati geologici, mostra generalmente quattro banchi sovrapposti: nella parte più bassa il granito; al disopra il gneiss, che non è del resto che una varietà del granito in cui la mica predomina; poscia il micaschisto, che è già un deposito schistoso; e da ultimo il piano degli schisti in generale. In questi strati non si è mai incontrato alcun fossile; non la più piccola conchiglia, nè traccia qualsiasi di piante. La vita non era ancora apparsa sulla superficie della Terra.

Attraverso le fessure, i crepacci e gli squarci prodottisi in quest'epoca primordiale, sotto l'influenza del calore interno, alcuni metalli fusi nell'ardente fornace vi si sono proiettati in filoni più o meno spessi. Vi si trova del ferro, dell'oro, dell'argento, del rame, dello stagno, delle pietre preziose, quali il granato e il rubino. È probabile che al disotto del granito esistano nell'interno del globo immense quantità di ferro e di metalli assai densi.

---

(1) È noto come alcuni geologi contestino queste eruzioni plutoniche del granito, e gli assegnino invece l'origine metamorfica. *Nota del Trad.*

Gli schisti inferiori, che riposano immediatamente sul granito, sono azzurrognoli, e quelli che si deposero più tardi su quei primi sono verdastri (ardesie). Ognuno ha potuto osservare, sia nelle strade ferrate in trincea, sia nei paesi montagnosi, i banchi di rocce inclinati che rimangono per la nostra età moderna indizio dei sollevamenti della scorza terrestre verificatisi in quei tempi primitivi. Gli strati di cui parliamo ora sono stati naturalmente deposti in modo orizzontale sul fondo delle acque. Allorchè li vediamo inclinati, è segno che essi sono stati sollevati da forze sotterranee, oppure che, essendosi formate delle cavità nell'interno del globo a cagione del suo raffreddamento e della contrazione sua, essi vi si sono affondati pel loro proprio peso. Entrambe queste cause, del resto, hanno

Fig. 37. — I primi sollevamenti della crosta terrestre: il granito.

agito. Ora, tutte le volte che, attraversando una serie di strati inclinati, si può arrivare fino al granito, si è tanto certi di trovare la superficie di quest'ultima roccia rigonfia o inclinata essa stessa nell'identico senso, quanto lo si sarebbe, entrando in una camera in cui tutti i mobili fossero inclinati, del fatto che anche il pavimento sarà inclinato nel medesimo senso. Vi è di meglio: gli strati che si osservano al disopra del granito in una montagna indicano l'epoca del suo sollevamento. Se, per esempio, non si ritrovano che gli schisti azzurrognoli, senza le ardesie verdi, si ha una testimonianza che il sollevamento del granito ha avuto luogo immediatamente dopo la formazione del primo deposito e innanzi il secondo. Se i banchi d'ardesia si rinvengono al disopra degli schisti

azzurrognoli, è questo un indizio che il sollevamento ebbe luogo più tardi. E così di seguito. L'esame delle Alpi e dei Pirenei prova che queste montagne hanno subìto molti movimenti d'ascensione e di abbassamento. Talvolta non sono gli strati precedenti che riposano a contatto del granito, ma depositi sedimentarî molto meno antichi. La spiegazione non ne è difficile. Supponiamo che un'isola di granito si sia elevata al disopra del mare primitivo, prima della formazione dei depositi schistosi di cui parliamo, e ch'essa si sia in seguito abbassata in fondo ai flutti (queste alternative di movimenti non sono rare nell'Arcipelago greco ed in Italia); e in tal caso l'isola granitica si coprirà unicamente dei depositi delle età meno antiche.

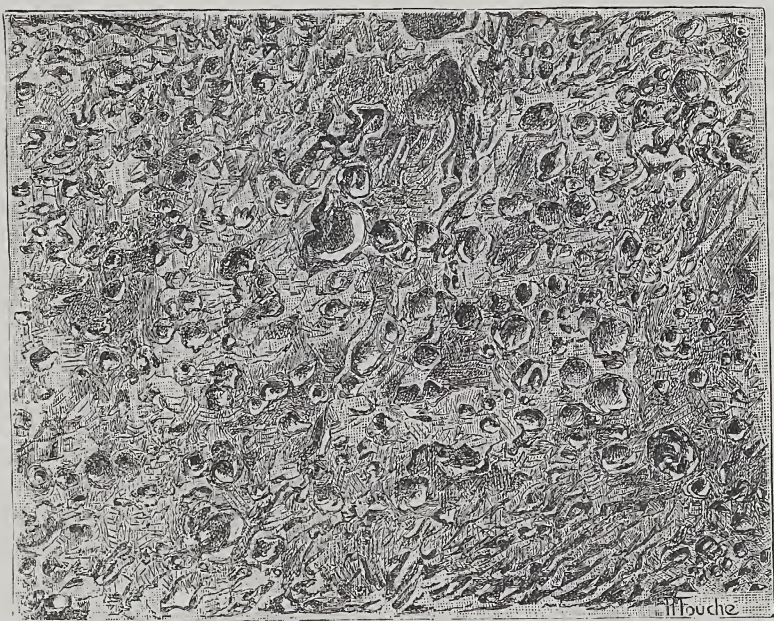



Fig. 38. — Impronte fossili di gocce di pioggia cadute or son milioni d'anni.

Gli schisti azzurrognoli di cui parlammo testè si rinvengono in Bretagna, nel Finisterre, in Vandea; sono quelli i terreni più antichi d'Europa, e probabilmente del mondo intiero. Se ne trovano altresì in Inghilterra, nel Cumberland. Le ardesie verdi mancano in Bretagna, e si incontrano nella contea di Galles e nell'America del Nord. Si ritrovano gneiss e micaschisti nel Lionese, nel Limosino, nel dipartimento della Lozère, nelle Cevenne, in Alvernia, Bretagna e Vandea. Sterili per l'agricoltura, ma fecondi pel minatore, questi terreni sono ricchi di metalli.

Il periodo, di cui abbiamo delineato ora con grandi tratti la storia, ha impiegato milioni d'anni a compiersi.

Eloquenti e preziosi sono gli archivi della Terra. Le investigazioni chia-

roveggenti dei geologhi hanno scoperto fino le impronte fossili di gocce di pioggia, come lo si scorge nella figura 38. Queste gocce erano cadute su della sabbia pietrificatasi poi in arenaria. Un'altra testimonianza non meno curiosa è la seguente: nell'eseguir lavori a Chalindrey (Alta Marna) in una cava di gres infraliasico, si sono trovati dei banchi che conservano su di una larga superficie le tracce dell'ondulazione delle acque (figura 39). Pietrificazioni d'ugual genere sono state rinvenute a Boulogne-sur-Mer.

Durante la lunga durata dei secoli di questo periodo, noi siamo su di un pianeta interessante dal punto di vista astronomico e geologico, ma su di un pianeta senza vita. Non un animale, non una pianta. Null'altro

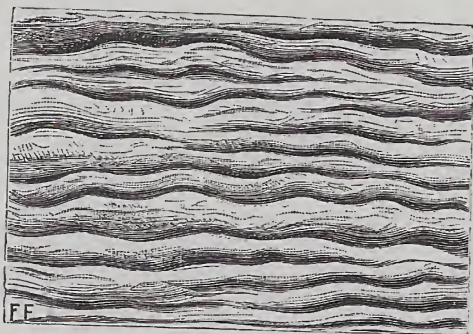
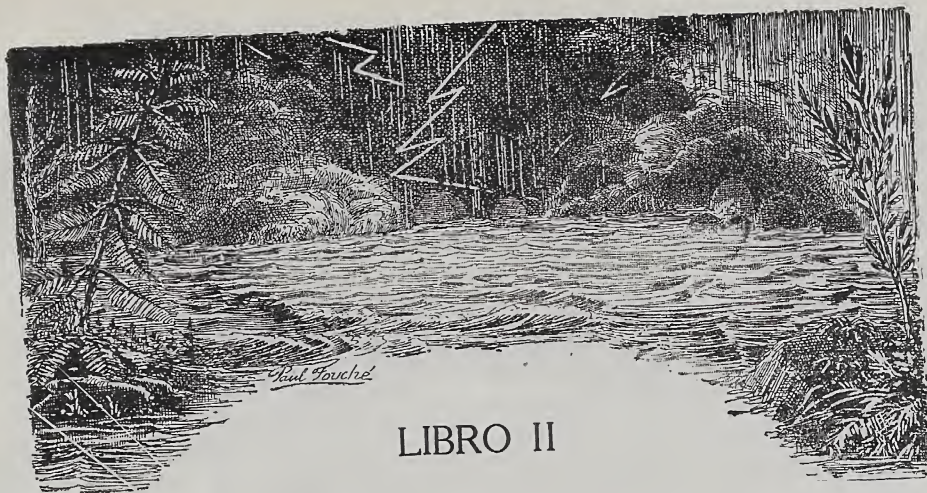



Fig. 39.
Ondulazioni lasciate dalle acque e pietrificate.

che un deserto. Acqua e dirupi. Non un musco su quegli scogli. Non un mollusco in quelle acque. Non è nemmeno la morte, poichè la vita non vi ha mai esistito. È proprio questa la Terra? Invano si cercherebbe di riconoscere la configurazione geografica che la caratterizza. Nè Europa, nè Asia, nè Africa, nè America. Solo il mare: dovunque il mare, con alcuni isolotti di granito. Un'immensa marea fa due volte il giro del globo. Pressochè dappertutto, pressochè sempre, il cielo è ottenebrato. La pioggia cade, il tuono rumoreggia, i lampi solcano le nubi, il vento soffia e la tempesta agita i flutti. Ma gli elementi della vita si preparano. Nelle ore di calma, nel fondo delle acque tiepide, un profeta preveggente potrebbe scoprire alcune tracce d'una materia gelatinosa feconda che non è già più assolutamente inanimata.

LIBRO II

L'ETÀ PRIMORDIALE

CAPITOLO I.

LE ORIGINI DELLA VITA.

Parentela e filiazione degli esseri. — Albero genealogico della vita terrestre. — Trasformazione secolare delle piante.

È in seno a solitudini infinite che la natura sembra raccogliersi nell'esordio del gran mistero della creazione della vita. Non vi è ancora un solo essere vivente sulla superficie della Terra; non uomini, nè animali, nè piante. L'acqua, l'acqua dovunque, sempre l'acqua. È nel suo seno che la vita sta per attecchire. Al disotto del mare universale i minerali si sono solidificati in un esiguo strato, incessantemente sollevato ed abbassato dalle maree, mobile, elastico, d'uno spessor vario, che già s'è fesso qua e là, riscaldato, spezzato, ricostituito, e diede passaggio alle prime eruzioni di granito, alle prime isole. È ancora una zattera galleggiante sul globo in fusione. Ma di secolo in secolo esso prende sempre più consistenza. Il raffreddamento accresce il suo spessore. Le isole primitive subiscono dal canto loro l'influenza degli agenti atmosferici, dei venti, delle pioggie, delle alternative di sole e di notte, e, disaggregandosi lentamente, vanno a stendere in fondo ai mari i primi depositi sedimentari. La temperatura è ancora elevatissima. Si potrebbe con fatica distinguere una differenza tra l'inverno e l'estate, fra la mezzanotte ed

il mezzogiorno. Questa temperatura è ancora tanto elevata quanto quella che il pianeta riceve dal Sole, ma non la oltrepassa. Quanto prima incominceranno le stagioni, e le alternative delle notti e dei giorni. Il Sole rimane, durante i più bei giorni, velato ancora dall'atmosfera costantemente carica di vapori, di nubi e di pioggie: egli pure non è ancora giunto al periodo astrale che gli darà il disco luminoso, nitido e definito, quale noi lo ravvisiamo nell'epoca nostra: egli è ancora ravvolto in un'atmosfera nebulosa che assorbe una parte del suo irradiamento, e sopratutto egli è immenso ed occupa fors'anco tuttora l'orbita intera del pianeta Venere, duecento volte più largo in diametro di quel che noi lo vediamo oggidì, incerto ancora e poco luminoso. Ma insensibilmente, di secolo in secolo, egli si formerà da sè stesso e procederà verso la gloria dell'avvenire inaugurando l'ufficio suo di astro illuminatore, di focolare delle dimore planetarie, di sostegno del sistema del mondo. L'atmosfera terrestre si purificherà e, un giorno, in un avvenire ancor lontano, l'azzurro del cielo apparirà nei lembi di sereno dell'uragano oramai placato.

Era quello infatti un mondo completamente differente da quello che noi abitiamo oggidì. Nessun sguardo s'era dischiuso per contemplarlo; nessun essere era ancor nato per comprenderlo. Le isole emerse dai flutti, le prime montagne erano aride o nude; non un albero, non un arbusto, non un fil d'erba, non un musco. Le rocce grigiastre regnavano solitarie al disopra delle acque, riflettendo le gradazioni diverse di luci e di ombre che guizzavano furtive nelle varie ore della giornata secondo i bagliori del cielo, ricevendo le pioggie diluviali e i colpi di fulmine, illuminate durante la notte da lampi sinistri che colpivano senza uccidere vivente alcuno, mentre la Luna, immensa e senza fasi, brillando della propria luce, ed ancora incandescente essa stessa, spandeva sui flutti le luci rossastre del suo lontano incendio.

Cos'è la vita? In qual modo le innumerevoli specie animali e vegetali sono esse comparse sulla superficie del nostro globo? Da quanto tempo vi esistono? Ognuna d'esse fu l'oggetto della creazione diretta del potere supremo? Oppure sono esse strette da parentela fra di loro, e derivano da alcuni ceppi originari? (1). Fino all'epoca nostra la scienza ha generalmente insegnato che le specie sono differenti le une dalle altre e invariabili, e che la natura ebbe di vista nell'opera sua, non la durata degli individui, ma quella della specie. Si è andati d'accordo nell'adottare la classificazione pel regno animale a pag. 74.

---

(1) Intorno a questa questione della variabilità della specie, è noto il dibattito che avvenne fino dal 1830 fra Cuvier e Geoffroy Saint-Hilaire, e vivissime sono ancor oggi le dispute nel campo scientifico.

Alcuni autori, fra i quali il Delpino, adottano il sistema della variabilità di Darwin, corretto però dalla dottrina delle cause finali, appoggiandosi al concetto che la funzione, o meglio il pensiero funzionale crei l'organo, e non l'organo la funzione. *Nota del Trad.*

PERIODO DEI MAMMIFERI

Attuale

Quaternaria

Terziaria: Pliocene, Miocene, Eocene

PERIODO DEI GRANDI SAURI

Cretaceo

Giurese

Permiano: Triasico, Peneano

PERIODO DEI TRILOBITI

Carbonifero

Devoniano

Siluriano e Cambriano

PEULOT.SC

Fig. 41. — Sviluppi progressivi della flora e della fauna nelle epoche successive della terra.

CLASSIFICAZIONE DEL REGNO ANIMALE.

Suddivisione	Classi.	Esempi di specie e di generi.
1.ª Suddivisione VERTEBRATI	Mammiferi	Uomo. Scimia. Cane. Cavallo. Balena.
	Uccelli	Aquila. Passero. Gallo. Struzzo. Anitra
	Rettili	Testuggine. Lucertola. Biscia d'acqua.
	Batraci	Rana. Salamandra. Proteo.
	Pesci	Pesce persico. Carpio. Anguilla. Razza. Pesce cane.
2.ª Suddivisione ANELLIDI	Insetti	Melolonta. Cavalletta. Ape. Farfalla. Mosca.
	Miriapodi	Scolopendro. Julo.
	Aracnidi	Epeira. Scorpione. Licose. Acaro.
	Crostacei	Aragosta. Gambero. Squilla. Granchio. Cirripedi.
	Anellidi	Nereide. Serpula. Lombrico. Sanguisuga.
	Elmintidi	Ascaridi. Stronglidi.
	Turbellari	Nemertiti. Planarie.
	Cestoidi	Tenia.
	Rotatori	Rotifero. Brachionus.
3.ª Suddivisione MOLLUSCHI	Cefalopodi	Polipo. Seppia.
	Pteropodi	Hyale. Clio.
	Gasteropodi	Lumaca. Buccino. Porcellana.
	Acefali	Ostrica. Tellina. Solen.
	Tunicati	Ascidie. Bifore.
	Briozoari	Plumatelle. Flustre.
4.ª Suddivisione ZOOFITI	Protozoari	Infusorî. Spugna.
	Polipi	Corallo. Medusa.
	Echinodermi	Riccio o stella di mare Oloturia.

Per Buffon, Lacépède, Cuvier, Agassiz, Flourens e tutti i professori classici di storia naturale, il quadro precedente rappresenta delle specie reali e invariabili ed una classificazione reale *nella natura*. È questo un errore capitale. Non solamente per la natura la specie non è di una importanza essenziale nell'organizzazione vitale del pianeta, ma si può dire altresì che nella realtà la specie *non esiste*, il che è il contrapposto di tutto quanto s'insegnava nelle scuole. Nella natura non vi sono che degli individui: questi individui si modificano secondo le condizioni d'esistenza a cui sono sottoposti, e tali modificazioni continuano di generazione in generazione e si trasmettono per via d'eredità (vedi figura a pag. 73). Il regno animale forma una sola unità. Il regno vegetale forma un'altra unità. Questi due regni si assomigliano l'un l'altro per le loro radici originarie. Tale è la grande verità intravista or sono duemila anni da Aristotile, incompresa e combattuta durante ben lunghi secoli, posta scientificamente da Lamarck, naturalista francese troppo disconosciuto, nel 1801 e sopratutto nel 1809 nella sua *Filosofia zoologica*, comprovata da Geoffroy-Saint-Hiliare nel 1830, e sovrabbondantemente dimostrata nel 1859 da Darwin, Wallace, e poscia dai loro successori.

Le nostre classificazioni sono utili per i nostri studi; ma esse sono puramente apparenti, artificiali, e non esistono nella natura. Tutto cangia costantemente, ma lentamente. Le nostre classificazioni non ci sembrano invariabili che perchè noi non le conosciamo che un istante nell'immensa durata dei secoli. « Se la durata della vita umana, scriveva Lamarck, non si estendesse che alla durata di un minuto secondo, ed esistesse uno dei nostri pendoli attuali, caricato e messo in moto, ogni individuo della nostra specie, che contemplasse le lancette, non le vedrebbe mai cangiare di posto nel corso della propria vita. Le osservazioni di trenta generazioni non apprenderebbero nulla di ben evidente sullo spostamento di quelle lancette, inquantochè il movimento, non essendo che quello che si opera in un mezzo minuto, sarebbe troppo poca cosa per essere ben afferrato; e, qualora osservazioni molto più antiche insegnassero che quella stessa lancetta ha realmente cangiato di posto, coloro a cui lo si affermasse non vi crederebbero punto, e supporrebbero esistere qualche errore, avendo ognun d'essi veduto sempre quelle lancette allo stesso punto del quadrante. »

Senza dubbio, allorchè noi guardiamo in modo superficiale gli esseri viventi, così dissimili, che popolano il nostro pianeta, sembra che essi siano completamente estranei gli uni agli altri, del pari che a noi stessi. Allorchè noi esaminiamo i fossili, tutti questi esseri che hanno preceduto l'uomo e che escono oggidì dalle loro tombe, non sembrano forse dei mostri? (figura 42 a pag. 77). Eppure essi sono collegati a noi mediante vincoli d'origine che, di giorno in giorno, si fanno sempre meglio apprezzare.

È interessante renderci conto innanzi tutto del fatto delle variazioni apportate nella forma e nella struttura degli esseri in conseguenza della loro maniera di vivere e dell'influenza dei mezzi, nel seno dei quali sono costretti di vivere. Noi esamineremo successivamente l'influenza dei diversi cangiamenti del mezzo o ambiente, che modificano l'organizzazione dei vegetali e degli animali, e cioè l'acqua, l'aria, la luce ed il calore, prendendo a guida la magistrale esposizione fattane dal professor Carlo Martins nella sua introduzione all'edizione moderna della *Filosofia zoologica* di Lamarck.

1.° Influenza dell'acqua. — L'azione dell'acqua sui vegetali è evidentissima. Lamarck cita il ranuncolo acquatico. Questa pianta è infatti in modo perspicuo modificata dal suo soggiorno nell'acqua: le foglie sommerse sono finamente frastagliate e quasi capillari: quelle che si elevano al disopra della superficie liquida sono arrotondate e semplicemente lobate; e secondo che le foglie hanno soggiornato più o meno nell'acqua, secondo che quest'ultima è corrente o stagnante, esse presentano *tutte le transizioni imaginabili* tra questi due estremi, e i botanici ne hanno fatto delle specie e varietà senza fine. Le foglie sommerse della castagna d'acqua (1) sono per l'egual ragione capillari, mentre non lo sono le foglie aeree. In questi ranuncoli l'azione dell'acqua occasiona la disparizione parziale del parenchima della foglia. L'ultimo limite di questa modificazione si vede in una najadacea del Madagascar, l'*Ouvirandra fenestralis* (2); in questa pianta acquatica la foglia immersa si riduce a un fine pizzo a maglie quadrilatere, formato da nervature longitudinali e da tramezzi trasversali.

La sagittaria (3) deve il proprio nome alle sue foglie aeree, le quali hanno esattamente la forma d'un ferro di freccia, ma allorchè esse sono affondate in un'acqua corrente, formano lunghi nastri ondulanti secondo la direzione dell'acqua. La piantaggine d'acqua (4) offre una eguale modificazione; nelle acque correnti le sue foglie pressochè ovali divengono nastriformi e galleggianti. Il giunco lacustre non ha foglie affatto, ma unicamente delle guaine rossastre terminate da una piccola espansione; quando la pianta è in un'acqua poco profonda, queste abortiscono completamente; ma in una corrente d'acqua questo lembo si sviluppa, si allunga, e raggiunge qualche volta una lunghezza da uno a due metri. Sono queste altrettante *prove di variazione*.

Le foglie galleggianti della ninfea gialla sono distese sulla superficie

(1) È la *Trapa natans* L. della famiglia delle Onagrarie, che si trova anche nei nostri laghi e paludi.

(2) Le Ourivande sono erbe acquatiche dell'Africa tropicale, di cui la specie principale è l'*Ourivandra Madagascariensis*.

(3) *Sagittaria sagittaefolia* L. Volgarmente *Erba saetta*, della famiglia delle Alismacee, che si trova nei fossi e nelle paludi dell'alta e media Italia.

(4) *Plantago lanceolata* L. Volg. Arnoglossa, Lanciuola. Comunissima nei prati.

Note del Trad.

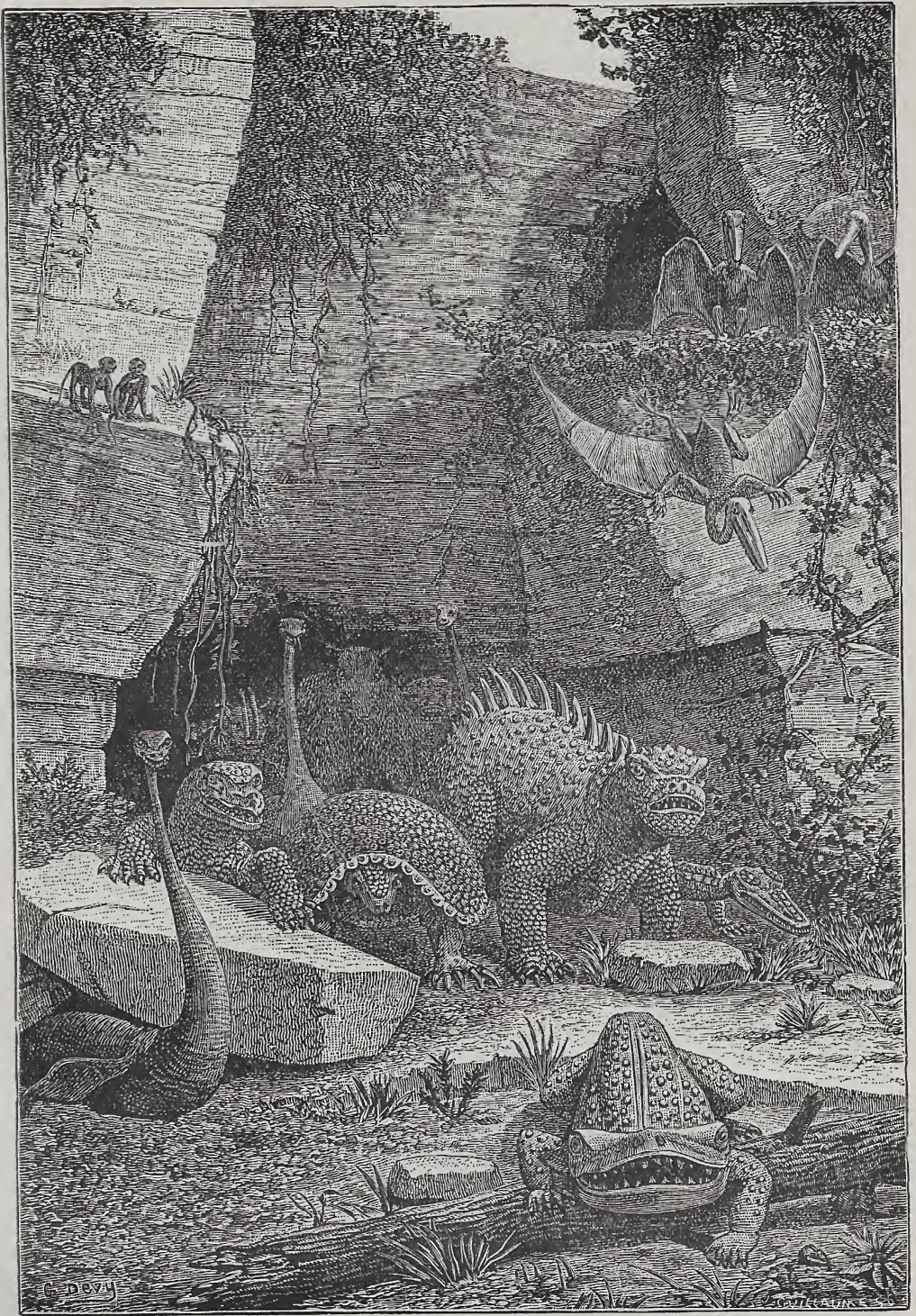



Fig. 42. — Questi esseri che hanno preceduto l'uomo, e che escono oggi dalle loro tombe non sembrano forse dei mostri? E nondimeno essi sono collegati a noi mediante vincoli d'origine.

dell'acqua e costituite da dischi arrotondati; ma le foglie sommerse sono pressochè trasparenti e gibbose come quelle del cavolo cappuccio. Queste due modificazioni morfologiche, la forma nastroide e la contorta gibbosa divengono costanti e permanenti nelle piante marine: la prima nelle laminarie, nelle zostere, e nelle cimodocee, la seconda nelle ulvacee.

Un altro effetto dell'acqua si è quello di favorire la formazione di lacune, contenenti dell'aria. Così i rami dell'Utricularia (1) portano delle vescichette aeree chiamate ascidî. Nell'Aldrovandia vesciculosa (2), sono le foglie stesse, in certi fuchi le fronde che divengono vescicolose. Il picciuolo delle foglie aeree della Trapa natans, della Pontederia crassipes (3) si riempie parimenti d'aria. Così pure i rami di un gran numero di piante acquatiche, le ninfee, i nelumbi, le jussie (4), l'Aponogeton dystachion (5), le pilularie, i giunchi, sono come forate da grandi lacune aeree a tramezzi.

L'acqua ha perfino il potere di trasformare certi organi, e di adattarli a funzioni completamente differenti da quelle ch'esse adempivano originariamente. La Jussiaea repens è una pianta acquatica che produce dei lunghi rami o stoloni, mantenuti alla superficie dell'acqua da corpi cilindrici spugnosi, d'un bianco rosato, che hanno l'ufficio di quelle vesciche gonfiate d'aria che si applicano alle ascelle d'un nuotatore inesperto: questi stoloni si ornano di fiori sboccianti al disopra dell'acqua. I corpi che sostengono questi rami fioriti sono radici trasformate dall'azione dell'acqua. Il ramo stesso diviene talora spugnoso e si riempie d'aria. Nell'acqua, le foglie della stessa pianta sono liscie, obovali e acquistano una estensione di dieci centimetri in lunghezza e di due in larghezza, mentre su di un terreno secco o disseccato, esse sono strette, acute, lunghe un centimetro al più e coperte di poli. Queste due forme d'una stessa pianta sono state considerate come due specie distinte. In tal modo l'acqua imprime all'organismo vegetale delle *modificazioni profonde* che si manifestano non solo nelle forme esterne, ma anche nella *struttura anatomica.*

L'influenza dell'acqua sulla forma e sull'organizzazione degli animali non è meno notevole; si riconosce sopratutto dallo studio dei batraci, che le branchie, apparecchi respiratori degli animali acquatici, sono ascrivi-

---

(1) È l'*Utricularia vulgaris* L. volg. Erba vescica od ova di luccio, che si rinviene spesso nelle risaie.

(2) *Aldrovandia vesciculosa* L. È una droseracea che rinviensi anche nei paduli dell'Italia superiore e media.

(2) Erba acquatica appartenente alla famiglia delle Pontederiacee.

(4) Pianticella appartenente alla famiglia delle Oenotheree, che cresce nei paduli delle regioni tropicali, specialmente in America.

(5) Pianticella acquatica appartenente alla famiglia delle Saururiacee, che ha spighe florali terminali inviluppate da un involucro difillo. Il nome deriva dal greco *apon*, acqua, e *geiton*, vicino. *Note del Trad.*

bili all'influenza d'un mezzo liquido. Presso certuni di tali animali, le branchie sono temporarie: così i girini della rana e del rospo respirano col mezzo delle branchie, ma a misura che le zampe escon fuori e che la coda, la quale serve da natatoia, viene riassorbita, i polmoni si sviluppano, e le branchie si atrofizzano: l'animale, *da acquatico ch'esso era, diviene anfibio.* I tritoni, vivendo nell'acqua durante il primo periodo della loro vita, respirano col mezzo delle branchie, ma più tardi si tengono abitualmente sull'orlo degli stagni; le branchie loro spariscono, ed i polmoni li rimpiazzano; tuttavia, se si costringono questi animali a restare nell'acqua, la metamorfosi non si compie. I protei dei laghi sotterranei della Carniola, avendo contemporaneamente polmoni e branchie, possono respirare nell'aria come nell'acqua. Si conosce sotto il nome di axolotl (1), un grosso girino a branchie esteriori vivente nel lago prossimo alla città di Messico (figura 43). Un gran numero di questi animali essendo stati dati al Museo di storia naturale di Parigi, la maggior parte non si modificarono punto; ma il 10 ottobre 1865, il signor Augusto Duméril rimarcò che molti presentavano delle macchie gialle, che la loro coda si atrofizzava del pari che le loro branchie, e nel giorno 6 di novembre alcuni giovani axolotl s'erano trasformati in un tritone del genere amblystoma, di cui le specie abitano l'America del Nord, vale a dire in un animale anfibio respirante a mezzo di polmoni, sprovvisto di branchie ed a coda cilindrica. Lo stesso scienziato ebbe l'idea di tagliare le branchie d'un certo numero di axolotl. Alcuni di essi si metamorfosarono in tritoni, ed altri rimasero allo stato di girini. Aggiungiamo che dal momento che questi axolotl si moltiplicarono, un tal fatto dimostra che la riproduzione ben nota dei protei non prova in maniera alcuna che essi non siano i girini d'un rettile ancora sconosciuto. Esistono tuttora degli animali che non sono probabilmente che degli esseri che non hanno ancor subìto tutte le loro metamorfosi; a cagion d'esempio i menobranchi (2) che hanno, come il proteo, delle branchie esteriori e quattro zampe. Tutti conoscono la raganella, quella piccola rana verde che risiede abitualmente sulle foglie delle piante acquatiche; essa cova delle uova da cui esce fuori un girino; ma un naturalista, il signor Bavay, ha osservato una specie delle Antille in cui la metamorfosi si compie nell'uovo stesso. Quest'uovo contiene un girino munito di una coda e di branchie, e tuttavia in capo a dieci giorni ne esce una raganella senza coda, senza branchie e che respira a mezzo di polmoni. Blumenbach aveva già constatato lo stesso fatto sul rospo pipa di Surinam. Queste metamorfosi, compiute talora fuori dell'uovo, talora nell'uovo stesso, ci rischiarano sulle metamorfosi degli animali superiori, che percorrono nel seno della loro

(1) È un batrachide-urodelo, o munito di coda, appartenente alla tribù dei perenni-branchi.
(2) Batrachidi urodeli, esistenti nell'America settentrionale. *Note del Trad.*

madre le differenti fasi del loro sviluppo in ordine di serie a datare da una classe d'animali inferiore a quelle di cui fanno parte.

Esiste nell'ordine dei mammiferi carnivori un gruppo di piccoli animali a stretto rigore naturale, conosciuto sotto il nome di *animali vermiformi;* esso comprende la martora comune, la faina, la puzzola, la donnola, ecc. La martora comune, spavento dei pollai europei, dal Mediterraneo fino all'oceano Glaciale, è un animale essenzialmente terrestre; in questo medesimo genere, si riscontra tuttavia una forma acquatica talmente affine, che Linneo, Cuvier e molti altri zoologi la consideravano come una specie del genere martora; è la lontra d'Europa la cui distribuzione geografica è la stessa di quella della martora comune.

La lontra, infatti, è una martora anfibia che si nutre di pesci, di rane, di gamberi, mentrechè la sua congenere mangia i polli, le pernici e i piccoli conigli. I due animali si rassomigliano prodigiosamente: la dentizione è la stessa, e così pure il pelame; tutti e due bassi di gambe, hanno membra terminate con dita armate di unghie uncinate; ma cercando la lontra la sua preda nell'acqua, questo nuovo mezzo impresse alla sua organizzazione alcune differenze poco appariscenti all'esterno, e nondimeno realmente sussistenti. Così le dita, libere nella martora, sono unite da membrane nella lontra. La coda, in luogo d'essere cilindrica, è appiattita dall'alto in basso come quella d'un castoro e nel ventre un gran sinus (1) venoso permette al sangue d'accumularsi allorquando l'animale, immergendosi nell'acqua, sospende la sua respirazione per qualche tempo. *La lontra è dunque una martora anfibia*, come il miogale (2) è un toporagno parimenti anfibio, le cui dita sono palmate, e di cui il covile si apre sotto l'acqua.

Nei carnivori detti anfibî, quali le foche ed i trichechi (2), noi troveremo l'esempio di grandi animali, l'esistenza dei quali è ancora più acquatica: così le modificazioni dell'organismo sono in essi più profonde che nella lontra. Questi carnivori anfibi formano la transizione dai mammiferi terrestri ai cetacei, mammiferi marini completamente incapaci di muoversi su di un terreno solido. Lamarck era stato assai colpito dalla vista di una foca vivente. I piedi posteriori hanno pel nuoto lo stesso ufficio della natatoia caudale dei cetacei e dei pesci. A terra la foca progredisce con slanci della totalità del corpo, appoggiandosi solo sull'avambraccio senza far uso delle sue membra come strumenti di cammino; le estremità posteriori sono applicate sulle parti laterali del corpo. Ora, *l'organizzazione della foca è quella del cane.* La dentizione è analoga, la

(1) *Sinus.* Parola latina conservata nella scienza anatomica, con cui si designa una cavità più o meno irregolare, di cui l'apertura è assai più stretta della cavità a cui dà adito.

(2) Fr. *desman.* — Animale insettivoro che vive sulle sponde dei laghi e dei fiumi, cercando la sua preda (molluschi, rane ed anche pesci) nel seno delle acque.

(3) Fr. *morse.* — I trichechi sono anfibi volgarmente conosciuti sotto il nome di cavallo marino, oppure di vacca marina. *Note del Trad.*

lingua liscia nell'una e nell'altro, il canale intestinale caratterizzato da un intestino cieco breve; essi si nutrono entrambi di carne senza essere esclusivamente carnivori. Le dita sono terminate da unghie; la dolcezza, l'intelligenza, la sociabilità o i sentimenti d'affezione per l'uomo sono nella foca tanto sviluppati quanto nel cane. Ecco per ciò che riguarda le analogie; ma, sia che si consideri il cane come una forma terrestre, derivata dalla foca, o la foca come una forma anfibia del cane, sta sempre che le modificazioni dovute al mezzo acquitrinoso risultano come segue. Il corpo della foca è più allungato di quello del cane, cilindroide, assai più largo sul davanti che nella parte posteriore; il pelo è corto e rasato; le dita assai lunghe sono riunite da membrane: le ossa del braccio e

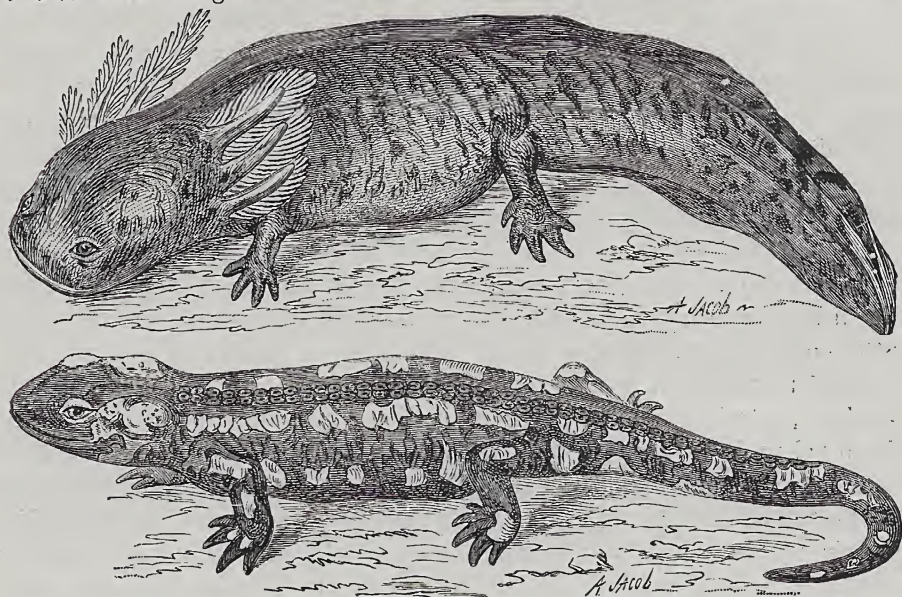



Fig. 43. — L'axolotl del Messico prima e dopo la sua trasformazione. Metamorfosi d'un animale acquatico che respira col mezzo delle branchie, in un rettile di terra ferma.

della coscia, dell'avambraccio e della gamba sono corte e forti, i membri posteriori diretti dall'innanzi all'indietro parallelamente alla coda. Le narici possono chiudersi quando l'animale si sommerge, e la parotide, divenuta meno necessaria, è atrofizzata: oltre a ciò, l'animale nutrendosi sempre nell'acqua, la secrezione salivale è divenuta inutile. Il cane di Terranova, essenzialmente nuotatore, e impiegato in certi paesi al salvataggio degli individui in pericolo d'annegarsi, ha *le dita palmate*, e trasmette per eredità ai suoi nati questa conformazione, indizio presso tutti gli animali dell'azione prolungata dell'acqua sulle loro estremità digitali.

Nella classificazione degli uccelli, si comprendono abitualmente sotto il

nome di trampolieri e di palmipedi tutti quelli le cui dita sono più o meno riunite da membrane, e cioè palmate; ma se si studiano questi animali con maggior attenzione, si riconosce che si ponno considerare come forme acquatiche d'altre specie terrestri. Così i palmipedi longipenni, gli albatri, le fregate, i cormorani, corrispondono ai grandi rapaci, quali le aquile e gli avoltoi. I gabbiani e le procellarie (1) sono analoghi ai falchi ed al nibbio. Le sterne sono state chiamate le rondini del mare, tanto è evidente l'analogia fra questi due generi. Gli aironi, le cicogne, i fenicotteri ricordano gli struzzi ed i casoar. I cigni, le oche e le anitre sono eccellenti volatori e perfetti nuotatori; il solo camminare è a loro difficile. Così le dita palmate, indizio di una vita essenzialmente acquatica, non sono collegate col resto dell'organizzazione, ma unicamente il risultato di una *natazione* prolungata. Eccone alcuni esempi. Tra le oche, l'anseranas ha le dita pressochè libere, il becco a guaina (2); è un vero gabbiano, ma le cui dita non sono palmate; il pollo sultano (3) e la beccaccia dalle dita libere rassomigliano in modo singolare alla macrosa (4) ed alla monachina (5) dalle dita palmate. La cicogna ed il fenicottero, il tuffetto svasso ed il colimbo sono generi assai vicini: le dita sono più o meno libere nei primi riunite nei secondi. Infine i pinguini (6) e gli aptenotidi (7) sono, per rapporto agli altri uccelli, ciò che le foche ed i trichechi sono relativamente agli altri mammiferi, ed essendo pressochè del tutto acquatici, presentano alcune modificazioni analoghe a quelle dei mammiferi anfibi: il loro corpo è allungato come quello delle foche, le membra posteriori sono dirette come in quegli animali dall'avanti all'indietro nel prolungamento dell'asse del corpo. Nelle macrose, le ali, d'assai ridotte, sostengono ancora l'animale nell'aria durante alcuni istanti; ma nel gran pinguino e negli aptenotidi esse divengono assolutamente improprie al volo. In questi ultimi, le penne abortiscono e rassomigliano a scaglie; l'ala non è più che un remo con cui l'uccello si dirige nelle acque. Nella foca sono le mani, negli aptenotidi sono le ali che divennero gli organi che adempiono alla funzione delle natatoie dei pesci; e viceversa presso questi ultimi, in alcune specie, i pesci volanti per esempio, le natatoie pettorali assai sviluppate permettono all'animale di slanciarsi fuori dell'acqua e di descrivere nell'aria una traiettoria abbastanza lunga per sfuggire ai suoi nemici.

---

(1) Fr. *pétrel.* — Generi d'uccelli dell'ordine dei Palmipedi, che ama volare sulla immensità dei mari, massime nell'approssimarsi della tempesta.

(2) Fr. *bec-en-fourreau.* — Nome volgare di una specie di uccello trampolière.

(3) Uccello cui si dava anticamente il nome di Porfirio, perchè ha il becco e le zampe d'un bel color roseo. È il tipo della famiglia dei Macrodattili nell'ordine dei Trampolieri.

(4) Macrosa o Anas nigra, dell'ordine dei Palmipedi.

(5) È la Recurvirostra avocetta, appartenente all'ordine dei Trampolieri.

(6) Uccelli palmipedi dei paesi freddi, con ali esigue che sembrano braccia.

(7) Uccelli dei mari australi, con ali atrofizzate, incapaci affatto al volo

Note del Trad.

Da tutti i fatti che abbiamo qui enumerati, si può e si deve conchiudere che le *modificazioni dell'organismo degli animali acquatici si operano sotto l'influenza del mezzo che essi abitano*, e non già in virtù di un'armonia prestabilita fra questa organizzazione e il mezzo in cui l'animale sarebbe destinato a vivere.

2.° Influenza dell'aria. — Lamarck non teme sia troppo ardire l'attribuire all'aria tutto quanto l'organismo degli uccelli, l'aderenza dei polmoni alla colonna vertebrale, la perforazione di questi polmoni, la penetrazione dell'aria in tutto il corpo dell'animale, e lo sviluppo delle penne. Tutte queste particolarità sono per lui il risultato degli sforzi fatti dall'animale per sostenersi in un mezzo aereo.

L'illustre naturalista aveva notato che, presso gli animali che vivono sugli alberi e si slanciano dall'uno all'altro, la ripetizione di questo esercizio durante una lunga serie di generazioni ha prodotto lo sviluppo di una membrana in forma di paracadute, estesa in entrambi i lati del corpo, dal membro anteriore fino al posteriore. Così, tra gli scoiattoli, si conoscono ora sette specie designate sotto il nome di scoiattoli volanti, muniti di questo paracadute che loro permette di lasciarsi cadere senza pericolo dall'alto degli alberi su cui abitano. Nei marsupiali frugivori si distingue parimente un gruppo di animali australiani che sono muniti di un paracadute. Infine, presso i galeopiteci (1), *animale intermediario tra le scimie e i pipistrelli*, questo paracadute si estende dal collo fino alla coda e forma un vero mantello, spiegando il quale, la scimia, volando, può slanciarsi da un albero all'altro. Anche nei pipistrelli esiste lo stesso apparecchio; esso è reso completo da una vera ala membranosa: le ossa del metacarpo e le dita, eccettuato il pollice, sono assai lunghe; una seconda membrana, continuandosi col paracadute, riunisce queste ossa fra di loro. L'animale, così organizzato, vola tanto a lungo e tanto rapidamente quanto un uccello.

De Blainville ed altri avevano già constatato la stretta analogia che unisce gli uccelli ai rettili, analogia giustificata nelle idee di Lamarck e di Darwin dall'ipotesi assai probabile che gli uccelli non sono che rettili trasformati. V'è di più: l'istologia o anatomia microscopica prova che *la penna dell'uccello e la scaglia del rettile sono originariamente identiche*, e che la penna non è che una scaglia più sviluppata. Le penne abortite degli aptenotidi assomigliano a scaglie di rettili. Aggiungiamo che fra i rettili, il drago volante è sostenuto da un paracadute simile a quello degli scoiattoli, e dei falangeri (2) volanti. Così dunque, s'egli è ancora impossibile, nello stato attuale delle nostre cognizioni, di dimostrare in

(1) Animale appartenente all'ordine dei Quadrumani, che assomiglia assai, per la sua membrana, ai Chirotteri.

(2) Genere di mammiferi, proprio delle isole d'Asia e della Nuova Olanda, muniti di paracadute

Note del Trad.

qual modo l'aria ha potuto modificare così profondamente l'organismo degli uccelli, si vedono emergere già i primi indizi che permetteranno di farlo senza appoggiarsi sopra una adattazione preconcetta dell'organo alla funzione ch'esso adempie.

3.° Influenza della luce. — La luce è indispensabile pei vegetali. Sotto l'influenza di questo agente, la materia verde o clorofilla si forma, l'acido carbonico dell'aria è decomposto, e il carbonio, base del tessuto vegetale, vien fissato. Nell'oscurità la pianta langue, mette rami lunghi e stentati, gli internodi s'allungano, le foglie si sviluppano con fatica, i fiori ed i frutti abortiscono, i movimenti, quali quelli delle foglie della sensitiva, vengono a cessare; così, eccettuate alcune piante parassite, la luce è una condizione necessaria della vita vegetale. Certi fiori non si schiudono, che sotto l'azione d'una luce assai viva. Invano si prodiga ad essi il calore nelle serre del nord dell'Europa; essi non fioriscono o fioriscono imperfettamente, mentre già nel Mezzodì della Francia e nei climi del sole si coprono di fiori tutti gli anni, non ostante una temperatura più bassa e meno eguale di quella delle serre d'Inghilterra o d'Olanda. Tutte le piante cercano la luce; poste in una camera rischiarata, esse si dirigono verso le finestre; in una oscura, verso lo spiraglio della porta.

La luce è meno indispensabile agli animali; la loro respirazione ne è indipendente: tutti possono vivere in una mezza oscurità e molti in una oscurità totale: le loro funzioni si compiono, essi vivono e si riproducono, e solo la loro pelle, i loro liquidi e i loro tessuti non si colorano, ma isteriliscono come quelli delle piante. Tutti gli animali del nord hanno i colori sporchi, salvo il bianco, che è talvolta assai puro, sopratutto nell'inverno. Sono sempre le parti più esposte alla luce che sono le meglio colorate: la schiena e i fianchi dei mammiferi, degli uccelli, dei rettili e dei pesci. Nelle conchiglie il contrasto colpisce ancor più; quelle che vivono nel fango o nel mare, a grandi profondità, hanno i colori appannati ed uniformi.

Legata intimamente all'organo della vista, senza di cui gli animali non avrebbero la percezione, la luce esercita su quest'organo un'azione potente. Nell'oscurità, gli occhi degli animali si atrofizzano: alla luce, essi si perfezionano e si fanno migliori coll'esercizio. Le aquile, gli avoltoi, i falchi vedono a distanze enormi; è la vista, e non l'odorato, che dà loro avviso di una preda lontana. La direzione costante della luce determina perfino lo spostamento dell'occhio, allorchè esso è collocato in maniera da non poter adempiere alle proprie funzioni. Eccone la prova. Le razze sono pesci carnivori, che hanno nelle acque lo stesso ufficio cui attendono nell'aria gli uccelli di preda: il loro corpo appiattito è orizzontalmente simmetrico, e i due occhi sono collocati sulla parte dorsale della testa. Nei pleuronettidi, quali la passera di mare, il pesce rombo, il rombo liscio, la simmetria è al contrario verticale, come quella dei pesci

ordinari; ma essendo il corpo appiattito lateralmente, questi pesci nuotano sul fianco, si nascondono nella sabbia, coricati, la passera di mare sul fianco sinistro, il rombo sul fianco destro, e afferrano così i pesciolini che passano sopra di essi. Quando questi esseri sono adulti, i due occhi sono collocati uno accanto all'altro dal lato della testa che guarda in alto; tuttavia originariamente, nell'infanzia, questi occhi erano l'uno a destra, l'altro a sinistra della testa, come presso gli altri pesci; ma col crescere dell'età l'occhio situato dal lato che riposa sulla sabbia, essendo senza uso, si sposta ed attraversa le ossa del cranio per venire a sporgere vicino all'occhio posto nel fianco dell'animale esposto alla luce! È quanto fu messo fuor di dubbio da un distintissimo zoologo danese, il signor Steenstrups. Questa migrazione d'un organo, inutile nella sua posizione normale, per venire ad occupare un posto ove egli possa esercitare le sue funzioni, è uno dei fatti più caratteristici dell'azione della luce sull'economia vivente. Noi avremo il contrapposto di questo fatto allorchè parleremo, quanto prima, dell'influenza di una oscurità prolungata sull'organo della vista.

4.° Influenza del calore. — Basterà menzionare l'influenza del calore perchè il lettore abbia tosto presenti i fatti innumerevoli che provano la potenza di questa forma del moto. Il selvaggio che adora istintivamente il sole, e lo scienziato che dimostra come quest'astro è la sorgente unica del calore e della vita sulla terra, ne sono pienamente convinti l'uno e l'altro. Ogni organismo per svilupparsi, per vivere, per riprodursi, esige una certa temperatura superiore a quella del ghiaccio fondentesi; il grado varia, ma al di sopra o al di sotto di certi limiti, fissi per ogni specie, tutto si arresta, tutto muore. Paragonate coll'imaginazione le regioni polari, sepolte sotto un lenzuolo di ghiaccio che non lascia scoperti che alcuni esigui spazi rivestiti di una vegetazione uniforme di licheni, di muschi e d'erbe rachitiche, colla vegetazione lussureggiante dei paesi intertropicali ove il calore, la luce e l'acqua cospirano per rinvigorire le forze vitali della pianta. Là le felci divengono alberi e gli alberi sono giganteschi. Paragonate altresì la fauna terrestre delle regioni artiche, ridotta a pochi animali di color sbiadito, sopravviventi dell'epoca glaciale, e ad alcuni uccelli viaggiatori rifugiatisi temporariamente in quelle remote regioni, colla fauna numerosa, variata, multicolore che riempie in tutte le stagioni la foresta tropicale. Verso il polo la vita si estingue; essa sovrabbonda sotto i tropici. La pianta stessa sembra animata, gli animali pullulano e disputano all'uomo il possesso del suolo; gli uni, formidabili per la loro statura o per le armi di cui sono provvisti, gli altri terribili pel numero loro, sembrano collegati fra di loro per escluderlo dal dominio del luogo ove essi si moltiplicano senza tregua. Oltre a ciò, tutte le influenze di cui abbiamo fatto parola rimangono senza effetto, quando il calore manchi. La luce, l'atmosfera e l'acqua

sarebbero impotenti a far germogliare e sviluppare la pianta, se il calore non vi intervenisse in una misura appropriata ai bisogni di una singola specie. Senza calore l'animale perisce nel seno di sua madre o nell'uovo, e questo stesso calore ha la sua sorgente lontana nel sole. Sotto l'influenza dei raggi solari, uno degli elementi dell'aria è decomposto e l'altro assorbito: la materia verde e gli altri principî immediati si depositano nel tessuto dei vegetali: questi nutriscono l'animale di cui mantengono la temperatura; e il calore attiva le funzioni, produce i movimenti, presiede alla riproduzione e a tutte le modificazioni organiche mediante cui gli animali si trasformano, dalla monade fino all'uomo. Trasformazione delle forze fisiche, trasformazione delle specie organizzate, sono un fenomeno unico sotto due aspetti; o piuttosto la prima è una premessa, e la seconda la conseguenza. Affermare l'una e negar l'altra è radicalmente illogico. Il fisico e il naturalista non saprebbero contraddirsi, e la fisiologia sperimentale conferma i giudizi della storia naturale. « Modificando i mezzi nutritivi ed evolutivi, ha detto Claudio Bernard, e prendendo la materia organizzata in qualche modo al suo stato d'origine, si può sperare di cangiarne la direzione evolutiva, e conseguentemente l'espressione finale. Io penso dunque che noi potremo produrr scientificamente nuove specie organizzate allo stesso modo che andiamo creando nuove specie minerali, ossia che noi faremo apparire forme organizzate che esistono virtualmente nelle leggi organogeniche, ma che la natura non ha ancora tradotte nella realtà. » Così ragiona il nostro primo fisiologo, e si vede che egli è d'accordo con Lamarck, Geoffroy-Saint-Hilaire e Darwin, i quali, studiando il mondo organizzato, vivente e fossile, sono addivenuti all'istessa conclusione.

5.° Organi atrofizzati divenuti inutili. — S'egli è vero che l'influenza di certi mezzi, come l'acqua, l'aria o la luce, determina lo sviluppo degli organi corrispondenti, che aumentano di volume mediante un esercizio abituale, e si trasmettono così perfezionati dagli ascendenti ai discendenti col tramite delle generazioni successive, è parimente vero che questi stessi organi diminuiscono di volume, e cioè si atrofizzano od anche scompaiono, qualora, venendo a cangiarsi il mezzo, l'organo rimane senza ufficio alcuno. È ciò che Lamarck ha esattamente espresso allorchè disse: « Il difetto d'esercizio d'un organo, divenuto costante in seguito alle abitudini che si sono prese, impoverisce gradatamente questo organo e finisce per farlo disparire ed anche per annientarlo. »

I botanici avevano apprezzato, prima dei geologi, l'importanza di questi organi rudimentari. De Candolle, nella prima edizione della sua *Teoria elementare della botanica*, pubblicata nel 1813, consacra un capitolo speciale all'abortimento degli organi. Le spine degli alberi e degli arboscelli sono rami abortiti; sotto l'influenza d'un terreno cattivo, dell'aridità o della vicinanza esauriente d'un gran numero d'altri vegetali, esse restano

corte, dure ed appuntite. Trasportate il prugnolo spinoso (1) da una siepe campestre in un giardino, coltivatelo, ingrassatelo; le spine s'allungheranno sotto forma di rami fogliosi, e non se ne produrranno più di nuove.

Ogni giovane ramo di lilà (2) è terminato da tre germogli, ma sempre le due gemme laterali si sviluppano, e quella di mezzo, rinserrata tra le due altre, non s'accresce, e il ramo si biforca invece di crescere trigemino. Lasciando da parte gli abortimenti dovuti alla compressione, allo sviluppo esagerato degli organi vicini, o ad una nutrizione insufficiente del vegetale, la causa prossima delle altre ci sfugge, e si riferisce probabilmente a circostanze ereditarie di vegetazione. Così le acacie a fillodi dell'Australia hanno foglie composte nella loro giovinezza, e l'acacia heterophylla (3) ne conserva per tutta la sua vita un certo numero, mentre nelle altre specie le foglioline abortiscono tutte, e la foglia si riduce a un picciuolo allargato, che simula le foglie semplici dei nostri salici indigeni.

Negli animali le cause d'atrofia sono assai più evidenti; si tratta, come Lamarck l'aveva compreso a meraviglia, della mancanza d'esercizio d'un organo, in seguito ad un cangiamento nel mezzo ambiente o nelle abitudini dell'animale. Nulla di più istruttivo a tal proposito dell'influenza della luce sull'organo della vista. Un animale tenuto costantemente nell'oscurità non si dirige più coll'aiuto dei suoi occhi, ma con quello del tatto; gli occhi diminuiscono allora di volume, s'affondano nell'orbita, sono ricoperti dalla pelle, finiscono per atrofizzarsi ed anche per sparire. Queste disposizioni si trasmettono ereditariamente dai parenti alla loro progenitura, e si vedono specie, munite dei loro occhi quando vivono alla luce, diventar cieche quando sieno tenute abitualmente nell'oscurità. Così nella talpa ordinaria, animale sotterraneo, essendo l'occhio ricoperto dalla pelle attraversata da un piccolissimo canale obliquo, la visione deve essere assai imperfetta. Due specie di spalax (4) che abitano la Russia meridionale, il chrysoclore del Capo e lo ctenomys dell'America del Sud (5), di cui la vita è sotterranea come quella della talpa, presentano la stessa organizzazione. Si conoscono dei rettili ciechi, e tali sono, fra le lucertole

---

(1) *Prunus spinosa L.* Volg. Prugnolo, Vepro. — Fiorisce prestissimo in primavera nelle macchie e nelle siepi.

(2) *Syringa vulgaris L.* Volg. Lilac, della famiglia delle Oleacee. — Arboscello con fiori di color gridellino, a tutti noto.

(3) *Acacia heterophylla*, pianta appartenente alla famiglia delle leguminose, in cui i fillodi, o picciuoli allargati, fanno spesso l'ufficio di foglia.

(4) Da *spalax*, talpa. — Generi di mammiferi rosicanti, classificati da Cuvier nella gran famiglia dei topi di Linneo, cui appartiene il typhlus di *Cuvier* o *Zemmi* (detta talpa cieca) di *Buffon*.

(5) Il *crhysoclore* del Capo è la talpa dorata o Talpa asiatica di Linneo. — Il ctenomys, da *ktenos*, pettine, appartiene al genere degli Aracnidi, ordine dei Pulmonari.

Note del Trad.

scincoidie (1), il tiflino di Cuvier, e, tra i serpenti, typhlops (2), che vivono sotto terra come i nostri lombrici. Fra i batraci si può citare la gran sirena lacertina, che abita i pantani fangosi della Carolina del Sud, e passa una parte della sua vita affondata nel fango; questo animale ha sulla testa due piccoli occhi rotondi coperti da una pelle mezzo trasparente. Indichiamo inoltre le cecilie (3), la cui organizzazione si avvicina assai a quella dei pesci, il proteo (4) dei laghi sotterranei della Carniola (figura 44), il siredone, specie di batraco colla testa e col corpo di pesce e colle zampe da rana delle grotte del Mammuth agli Stati Uniti, e il pesce cyprinodon delle stesse grotte. Nei protei dei laghi sotterranei della Carniola, che possono servire quale tipo di queste razze trasformate, Carlo Vogt ha trovato sotto la pelle il globo oculare abortito, della grossezza d'una piccola capocchia di spillo, ma sprovvisto di muscoli e delle sue membrane d'inviluppo; egli ha potuto seguire il nervo ottico fino al cervello.

I pesci che vivono costantemente nelle acque sotterranee divengono ciechi. Un tal fatto si osserva in tutti gli ordini di questa gran classe; così, presso i salmoidi, l'amblyopsis (5) delle caverne dell'America del Nord ha occhi microscopici ricoperti d'una pelle trasparente: fra i siluri (6), designeremo il silurus cœcuticus, alcune anguille (apterichys cœcus) e i missinoidi parassiti. I crostacei podoftalmari sono quelli che, a guisa dei gamberi marini e delle langoste, hanno un occhio pedicellato, o a meglio dire portato su di un'appendice mobile. Alcuni di essi sono ciechi; l'occhio è scomparso, il peduncolo è rimasto. Alcuni crostacei appartenenti alla sezione degli entomostraci (7) vivono da parassiti su altri animali: essendo giovani, nuotano liberamente nell'acqua e sono provvisti d'occhi ben conformati; ma allorchè essi si nascondono sotto le scaglie e si affondano tra le branchie dei pesci, si trovano nella condizione degli animali delle caverne; gli occhi non funzionano più, si atrofizzano, e l'animale diviene e resta cieco per tutta la sua vita.

---

(1) Lucertole appartenenti alla sesta ed ultima famiglia dei Rettili sauri.

(2) Da *tyhlos* cieco, e *ops* occhio. — Genere di rettili ofidi. Sono serpentelli che, a primo aspetto, sembrano vermi, sprovvisti affatto di membra, e aventi solo qualche rudimento delle ossa del bacino.

(3) Genere di serpenti ignudi che alcuni naturalisti hanno considerato come appartenenti all'ordine dei batraci. Ebbero il nome di cecilie da Linneo per la creduta cecità di tali animali.

Note del Trad.

(4) Noi riproduciamo qui (fig. 44) da un disegno di sir Humpry Davy, il *proteus anguinus*, strano rettile-pesce della grotta di Adelsberg che l'illustre chimico ha visitata e descritta nei suoi particolari nell'opera *Gli ultimi giorni di un filosofo*. Questo abitante dei laghi sotterranei della Carniola è diventato completamente cieco per la cessazione d'esercizio degli organi della vista in questo mezzo oscuro, ed è presentato da lungo tempo come un tipo notevole di specie intermediaria fra i rettili ed i pesci, o di trasformazione degli organi mediante il mezzo ambiente. (Veggasi l'opera precedente, edizione francese, pag. 247, e la *Pluralità dei mondi abitati*, pag. 119.)

Nota dell'Autore.

(5) Da *amblus*, diminuito, e *ops*, occhio.

(6) Pesci eterobranchi, abbandonati nei paesi caldi.

(7) Sott'ordine dei Crostacei che comprende i decapodi e gli stomapodi.

Note del Trad.

Gli insetti ci offrono gli esempi più numerosi di specie cieche abitanti nelle caverne, mentre i loro congeneri, vivendo all'aria libera, non lo sono punto. Tra i coleotteri della famiglia dei Caraibi si trova il genere trechus; sono insettucci che stanno d'abitudine sotto le pietre o sotto ammassi di foglie secche. Nelle grotte della Carniola se ne contano quattro, i quali vennero riuniti nel genere degli anoftalmi, ma che differiscono dagli altri per la mancanza degli occhi. Ve ne sono altri che portano al posto dell'occhio scomparso una macchia ovale dietro le antenne. Si trovano insetti ciechi nelle caverne di tutti i paesi, nei Pirenei, nell'America del Nord, ecc. Si può, con Carlo Vogt, riassumere la questione asserendo che ovunque questi insetti sono caratterizzati dall'assenza degli occhi, da una minor colorazione, da certa mollezza relativa del corpo, e dalla diminuzione delle ali. Dai fatti che noi abbiamo sin qui citati è impossibile di non conchiudere che *è la luce che mantiene e sviluppa l'organo della vista;* nell'oscurità, questo sparisce, e siamo inevitabilmente indotti a pensare, come Lamarck, che è il mezzo che crea e mantiene gli organi; cangiando il mezzo, essi spariscono per non più ritornare.

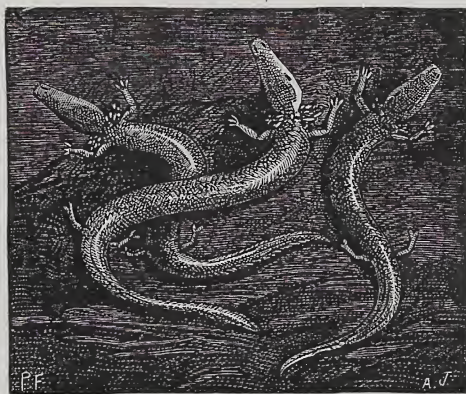



Fig. 44. — Esempio di trasformazione delle razze e d'atrofia degli organi; il rettile-pesce cieco della grotta della Carniola.

Ciò che noi abbiamo detto dell'occhio, si applica a tutti gli apparati; qualunque sia la natura delle funzioni che in essi adempiono, l'esercizio li sviluppa, la mancanza d'uso li atrofizza, e queste modificazioni si trasmettono per eredità. Noi ci serviamo generalmente assai meno del braccio sinistro che non del destro, e perciò quest'ultimo è più grosso, più pesante, e tutte le sue parti: ossa, muscoli, nervi, arterie, sono più forti di quelle del lato opposto; queste differenze esistono già presso i neonati. Negli struzzi, animali troppo pesanti per poter elevarsi nell'aria, le gambe sono nerborute e allungate, le ali sono diminuite di volume e non esercitano più che un ufficio di vela allorchè l'uccello corre nella dire-

zione del vento. Presso il casoar e l'apterix (1) sono ridotte ad un rudimento inutile, nascoste sotto le penne del corpo, pel motivo che il genere di vita di questi animali è completamente terrestre: nutrendosi di vermiciattoli e di piccoli rettili, essi corrono, ma non volano affatto.

Si è già visto che negli uccelli completamente acquatici, quali gli aptenotidi e il pinguino, queste stesse ali si sono convertite in natatoie; contrariamente a ciò, nei pesci volanti le natatoie pettorali hanno abbastanza larghezza d'apertura perchè essi possono slanciarsi fuori dell'acqua e sostenersi qualche tempo nell'aria, allo scopo di sfuggire ai loro nemici. Queste natatoie preannunziano, per così dire, le ali degli animali e dei pipistrelli. In senso opposto, nelle anguille, nelle lamprede e nei missini, il cui corpo cilindrico e allungato scivola facilmente nell'acqua, le natatoie pettorali e ventrali, divenute inutili, spariscono, e la natatoia caudale basta da sola ai bisogni del nuoto. In una gran quantità d'insetti, le ali non esistono che nel maschio, e sono incomplete o abortite nella femmina. I maschi della farfalla del baco da seta, che sono allevati nelle fattorie, non esercitano più le loro ali al volo all'aria libera, e le ali stesse diminuirono di generazione in generazione, e attualmente questi maschi le hanno troppo corte e incapaci di sostenerli; essi battono ancora le ali loro, ma non volano più. Nell'isola di Madera e in quelle circostanti ad essa, gli insetti coleotteri sono spesso portati via dai venti e gettati nel mare in cui periscono; essi si tengono pertanto nascosti finchè l'aria è in subbuglio, e in tal modo le ali loro hanno diminuito di volume. Una siffatta disposizione è divenuta ereditaria, e sopra cinquecentocinquanta specie sparse in quelle isole, ve ne sono duecento incapaci di sostenere un volo prolungato. Sopra ventinove generi indigeni, ventitrè, proporzione enorme! si compongono di specie aptere o munite d'ali imperfette.

L'insieme di questi fatti farà comprendere alle persone estranee allo studio delle scienze naturali per qual ragione i zoologi, allorchè vogliono esprimersi con termini esattamente rigorosi, dicano sempre: *gli uccelli volano perchè hanno ali*, e non già: *gli uccelli hanno ali per volare*. La prima proposizione enuncia un fatto semplice, evidente, indiscutibile; la seconda si complica coll'ipotesi delle cause finali, e suppone una predestinazione dell'animale a un certo genere di vita. Infatti è il genere di vita che determina lo sviluppo e produce l'atrofia degli organi; questi sono attivi o inattivi secondo le circostanze e le condizioni del mezzo in cui l'animale s'è trovato collocato. Una legge universale di progresso, di sviluppo, di perfezionamento, d'ascensione verso il meglio, di trasfor-

---

(1) Dal greco α, particella di negazione, e *pterus* ala. Uccello che forma da sè un solo genere, a cui si sarebbe voluto dare da taluno il nome di Nullipenne. Le ali nell'Apterix sono pressochè abortite: la coda è sparita affatto.

Nota del Trad.

mazione della materia bruta in materia animata ed in sostanza pesante, è profondamente inscritta nel carattere della natura intiera; gli esseri sono guidati da questa legge, si elevano e si trasformano pel fatto stesso della loro esistenza.

Continuiamo lo studio degli organi abortiti. In una classe d'animali, gli uni terrestri, gli altri acquatici, quella dei rettili, sono le zampe che scompaiono. I coccodrilli e le lucertole ne hanno quattro: nelle luscèngole (1) esse sono assai corte; nei bimani e nei bipedi non ve ne sono più che due; nello pseudopus (2) si riducono a tubercoletti, ultima traccia delle membra posteriori. Nell'orbettino (3) non vi sono più membra, ma si rinvengono sotto la pelle le ossa della spalla e lo sterno; infine queste stesse ossa spariscono nei serpenti. Tuttavia presso il boa si notano ancora due ossa in forma cornuta, reminiscenza del bacino dei sauri. Lamarck non teme affatto nello spiegare questa disparazione delle membra coll'abitudine di arrampicarsi e di strisciare sotto le pietre o nell'erba, che esiste già presso le lucertole; egli fa notare a ragione che un corpo così allungato quale è quello d'un serpente non sarebbe stato acconciamente sostenuto da quattro zampe, numero che la natura non ha mai oltrepassato negli animali vertebrati. Un serpente si arrampica coll'aiuto delle sue coste divenute organi del cammino. L'allungamento esagerato del corpo ha prodotto il rimpicciolimento di uno dei polmoni, mentre l'altro si prolunga fino nel ventre. Perfino nei mammiferi, i più perfetti fra gli animali, gli organi abortiti e inutili non sono rari; e infatti la maggior parte di questi animali presentano i tre tipi dentari, e cioè denti incisivi, canini e molari. Geoffroy-Saint-Hilaire aveva già osservato che nella balena, in cui i denti sono sostituiti da fanoni, i germi dei denti abortiti sono nascosti nello spessore della mascella del feto: e lo stesso scienziato li rinvenne dappoi nel becco degli uccelli. I ruminanti hanno un'escrescenza callosa al posto degli incisivi superiori; ma il germe dei denti esiste nel feto. È la stessa cosa dei lamantini, che non hanno incisivi nè in alto, nè in basso; nutrendosi unicamente di piante marine, essi non ne facevano punto uso, e questi denti hanno finito per sparire.

Gli organi abortiti che esistono *nell'uomo* e di cui egli può sempre constatare l'inutilità, sembravano essere, or non è molto, altrettante prove dell'unità del piano che ha presieduto alla creazione del regno animale.

---

(1) I *seps* o *luscèngole* sono piccoli sauri, appartenenti alla famiglia degli Orbettini, in cui le zampe, benchè rudimentarie, esistono, e solo vi si nota il numero incompleto delle dita. La *seps calcidica* è abbastanza comune anche nelle nostre isole del Mediterraneo.

(2) Il *pseudopus* o *pseudosso* è una specie di saurio, che rinviensi nelle località aride di Dalmazia. Esso non presenta traccia di arti, e procede strisciando sul ventre a guisa delle serpi

(3) Fr. *Orvet*. — È un piccolo saurio, frequente anche fra di noi, massime nei luoghi incolti e sabbiosi, che, per la sua forma cilindrica e allungata, ha l'aspetto esterno del serpente. È detto volgarmente *orbisina* o *orbisœu*, e designato scientificamente col nome di Angue fragile.

Note del Trad

Nello stesso modo, si diceva, che un architetto scrupoloso della simmetria mette alcune false finestre, o richiama sulle ali d'un edificio i motivi della facciata principale; parimente il Creatore, lasciando sussistere questi organi, ci svela l'unità del piano da lui seguito. Secondo le idee di Lamarck e dei suoi successori, questi organi rudimentari non hanno punto questo significato puramente intellettuale: essi si sono atrofizzati per mancanza d'uso. La presenza di questi vestigi d'organi nell'uomo, a cui sono inutili, prova solo che la sua organizzazione si collega intimamente a quella del regno animale, di cui è l'ultima e più perfetta manifestazione. Noi possediamo sui lati del collo un *muscolo* superficiale chiamato *pelliciaio* (1); è quello con cui i cavalli fanno vibrare la loro pelle per scacciare le mosche che li importunano: presso di noi gli abiti, presso i selvaggi le pelli, i corpi grassi, o l'argilla di cui spalmano il corpo, rendono questo muscolo inutile, ed esso s'è pertanto fatto così esiguo che non può imprimere alla pelle il benchè minimo movimento. È la stessa cosa dei muscoli che muovono le orecchie del cavallo, del cane e di altri animali; noi *li possediamo*, ma non ci servono a nulla: collocata ai fianchi, e non già sulla sommità della testa, la nostra orecchia non saprebbe dirigere l'apertura del suo padiglione verso tutti i punti dell'orizzonte per raccogliere i suoni che ne emanano. Altro esempio ancora: si osserva all'angolo interno dell'occhio una piccola ripiegatura rosea che fa parte del disegno dell'occhio umano; è la traccia della terza palpebra degli uccelli da preda, che loro permette di fissare il sole senza chiudere gli occhi.

V'è di più: questi organi rudimentari possono essere non solamente inutili, ma altresì nocivi. Il polpaccio è formato da due muscoli potenti che s'nseriscono sul tallone coll'intermediario del tendine d'Achille; a fianco d'essi si trova un altro muscolo lungo, esile, incapace d'un'azione energica, il plantar gracile. Questo muscolo, avendo le medesime giunture dei due gemelli, sembra un sottil filo di cotone appoggiato ad una grossa fune da bastimento; egli è per noi senza utilità, e la rottura di questo muscolo, causata da uno sforzo nel saltare, o da un passo falso, dà luogo all'accidente doloroso conosciuto sotto il nome di colpo di frusta, e di cui la guarigione necessita un prolungato riposo. Nel gatto, nella tigre, nella pantera, nel leopardo e nei loro affini, questo muscolo è altrettanto robusto quanto i due gemelli, e rende questi animali capaci di eseguire salti prodigiosi quando si slanciano sulla preda. Eccone un altro esempio negli erbivori. Nel cavallo, nel bue e in certi rosicanti, l'intestino crasso presenta una grande appendice in forma di fondo di sacco, chiamato cieco, che si collega col regime puramente erbivoro di

(1) È il muscolo detto anche larghissimo del collo, o platisma mioide.

Nota del Trad.

questi animali; nell'uomo, il cui nutrimento non è esclusivamente vegetale, il cieco si riduce a un piccolo carpo cilindrico di cui la cavità ammette a mala pena una setola di cinghiale: è l'appendice vermiforme. Inutile alla digestione, poichè gli alimenti non vi penetrano, esso diviene un pericolo quando per caso un corpo duro, quali un granello od un frammento di resta di pesce, riesca a introdurvisi; venga il caso, e ne deriva dapprima una infiammazione, poi la perforazione del canale intestinale, accidenti susseguiti da una peritonite spesso mortale.

Questi esempi, per così dire personali, devono bastare per mostrare lo scopo e il significato degli organi atrofizzati. Nell'uomo, nei mammiferi superiori, questi rudimenti sono una *reminiscenza* dell'organizzazione d'un animale posto più al basso nella scala degli esseri, ma nei vertebrati inferiori essi sono talvolta l'indicazione di un perfezionamento futuro. Così le traccie delle membra nello pseudopus precedono lo sviluppo di queste membra nelle testuggini. Il pollice dei galagoni (1) e dei tarsi (2) annuncia l'apparizione della mano perfetta delle scimie e dell'uomo, ecc.

In una parola, l'intiero regno animale, vivente e fossile, ci presenta gli stessi fenomeni dell'evoluzione embrionaria dell'essere che, incominciando dalla cellula, completa a poco a poco la sua organizzazione, e si eleva gradatamente fino al gradino occupato dai due esseri che gli hanno dato nascita. Questa evoluzione si manifesta egualmente nella serie degli animali, di cui gli strati geologici ci hanno conservato i resti. I più antichi non contengono che invertebrati e pesci; i rettili, gli uccelli e i mammiferi appaiono successivamente nel loro ordine gerarchico, e l'uomo termina alla fine questa serie ascendente. Tutte le mitologie ne hanno previsto la continuazione, imaginando gli angeli, più perfetti dell'uomo, intermediari tra esso e il suo Creatore (3).

Questa filiazione naturale degli esseri è stata stabilita da Lamarck nel principio di questo secolo, combattuta dagli scienziati ufficiali, sepolta nella cospirazione del silenzio, e ripresa da Darwin che l'ha vittoriosamente e definitivamente dimostrata. Nel tempo stesso che Lamarck la sosteneva in Francia, Gœthe la proclamava in Germania con un magniloquente linguaggio:

« Gli esseri si modellano secondo leggi eterne, scriveva egli, ed ogni forma, foss'ella straordinaria, nasconde in sè il primitivo. La struttura dell'animale determina le sue abitudini e il genere di vita reagisce poten-

---

(1) *Galagoni.* — Genere di scimie appartenenti alla famiglia dei Maki.

(2) *Tarsi.* — Genere di scimie, appartenenti essi pure alla famiglia dei Maki e contraddistinte per la lunghezza dei loro tarsi (ossa dei piedi).

(3) CARLO MARTINS: *Introduzione alla filosofia zoologica di Lamarck.*

Note del Trad.

temente sopra tutte le forme. È in ciò che si rivela la regolarità del progresso, che tende al cangiamento sotto le pressioni del mondo esteriore.

« In fondo a tutti gli organismi vi è una comunanza originaria; per contrario, la differenza delle forme proviene dai rapporti necessari col mondo esteriore. Bisogna dunque ammettere una differenza originaria simultanea, e una metamorfosi incessantemente progressiva, quando si vogliano comprendere i fenomeni costanti e i fenomeni variabili.

« Noi siamo giunti a poter affermare, senza timore, che tutte le forme più perfette della natura organica, per esempio i pesci, gli anfibi, gli uccelli, i mammiferi, e in prim'ordine fra questi ultimi l'uomo, sono stati tutti foggiati su di un tipo primitivo, di cui le parti più fisse in apparenza non variano che in stretti limiti, e che ogni giorno queste forme si sviluppano e si metamorfosano riproducendosi.

« Se si esaminano le piante e gli animali posti al basso della scala degli esseri, si possono a mala pena distinguere gli uni dagli altri; noi possiamo dunque asserire che gli esseri, dapprima confusi in uno stato di parentela in cui si differenziavano a fatica gli uni dagli altri, sono a poco a poco divenuti piante ed animali, perfezionandosi in due direzioni opposte, per giungere gli uni all'albero duraturo ed immobile, e gli altri all'uomo che rappresenta il più alto grado di mobilità e di libertà. »

Geoffroy-Saint-Hilaire comprese questa grande dottrina dell'unità del piano realizzata in uno sviluppo graduale, e la sostenne con eloquenza. Ma egli fu combattuto e vinto da Cuvier, spirito chiuso al progresso, e di cui l'influenza sulla scienza francese fu fatale, non ostante i suoi immortali lavori in paleontologia. Allorchè questa dottrina ritornò in Francia, dopo esser passata per l'Inghilterra, essa apparve nuova, tanto era stata accuratamente soffocata dal barone Cuvier, segretario perpetuo dell'Accademia delle scienze, professore al Museo di storia naturale, consigliere di Stato, pari di Francia, ecc., ecc. Egli affermò e impose ufficialmente la teoria delle rivoluzioni del globo e delle creazioni successive. Come Buffon, Daubenton, Lacépède, egli affermava l'immutabilità assoluta delle specie.

E in verità le idee preconcette tolgono di vedere le cose come esse sono. Sfogliando, giorni sono, una grande edizione delle opere di Buffon e Lacépède, che adorna la nostra biblioteca, e comparando fra di loro circa tremila disegni di animali d'ogni genere, che compongono il suo atlante, dai molluschi ai pesci e ai rettili fino all'uomo, ci sembrava che ciò che colpisce maggiormente in quelle figure non fosse già la diversità della specie, ma piuttosto le loro somiglianze e i loro innumerevoli punti di contatto. Si passa dall'una all'altra, comprendendo sempre di bene in meglio la verità dell'antico adagio: *Natura non facit saltus*. Considerate, per esempio, fra l'altro la riproduzione da noi eseguita (figura 45) togliendola da quello stesso atlante, di quattro lucertole osservate sotto

l'aspetto di ciò che noi potremmo chiamare « la caduta delle zampe » o la trasformazione della lucertola in serpente. Nella prima (la lucertola volgare) la costruzione anatomica porta il suo carattere evidente. Nella seconda (la luscèngola) le zampe sono ridotte a un rudimento pressochè impercettibile. Nella terza non restano più che due rudimenti di zampe su quattro, e nella quarta non ne rimane più, per così dire, che il luogo. Le zampe non sono già spuntate fuori dai serpenti per divenire sauri: esse sono cadute dai sauri per farne dei serpenti. Molti serpenti ne portano ancora le vertebre atrofizzate.

Darwin ha definita la dottrina della trasformazione secolare delle specie e della loro filiazione da una origine comune, designando sotto il nome di *selezione naturale* il metodo impiegato dalla natura, e questa definizione in due parole ha avuto gran parte nel successo recente della dottrina. Ma non era questo che il mettere una designazione nuova al posto dell'influenza dei mezzi di Lamarck, tanto più che in realtà la natura non fa essa stessa nè scelta, nè selezione; le cause producono effetti, ed ecco tutto.

Ma esaminiamo, esposta da lui stesso, l'opera di Darwin nella dilucidazione del gran mistero, « il mistero dei misteri », come lo enunciava Humboldt.

« Quando si rifletta al problema dell'origine della specie, pensando ai rapporti mutui degli esseri organizzati, alle loro relazioni embriologiche, alla loro distribuzione geografica e ad altri fatti analoghi, sembra davvero incredibile che un naturalista non arrivi a comprendere tosto che ogni specie non può essere stata creata indipendentemente, ma deve discendere, come le varietà, da altre specie.

Nondimeno una tale conclusione, foss'ella fondata, non saprebbe essere soddisfacente sino a che non fosse possibile di dimostrare in qual modo le innumerevoli specie che abitano questo mondo sieno state modificate in maniera da acquistare quella perfezione di struttura e quell'adattamento degli organi alle loro funzioni che esercita a sì giusto titolo la nostra ammirazione.

« A primo aspetto, può sembrar difficile l'ammettere che gli organi e gli istinti più complessi sieno stati perfezionati, non coll'opera di mezzi superiori, benchè analoghi alla ragione umana, ma mediante l'accumulazione di variazioni innumerevoli, benchè leggiere, e di cui ciascuna fu utile al suo possessore individuale. Nondimeno questa difficoltà non può trattenere la scienza, una volta che si ammettano le proposizioni seguenti:

« Sta, innanzi tutto, che gli organi e gli istinti sono, ad un grado, per quanto debole esso sia, variabili;

« Esiste di fatto una concorrenza vitale universale, che ha per effetto di perpetuare ogni utile deviazione di struttura e d'istinto;

« Sta infine che ogni grado di perfezione di un organo qualunque può essere sussistito, ognuno di quei gradi essendo buono nella sua specie.

« L'uomo non produce la variabilità; egli espone solamente, e spesso senza mira alcuna, gli animali domestici e le piante coltivate a nuove

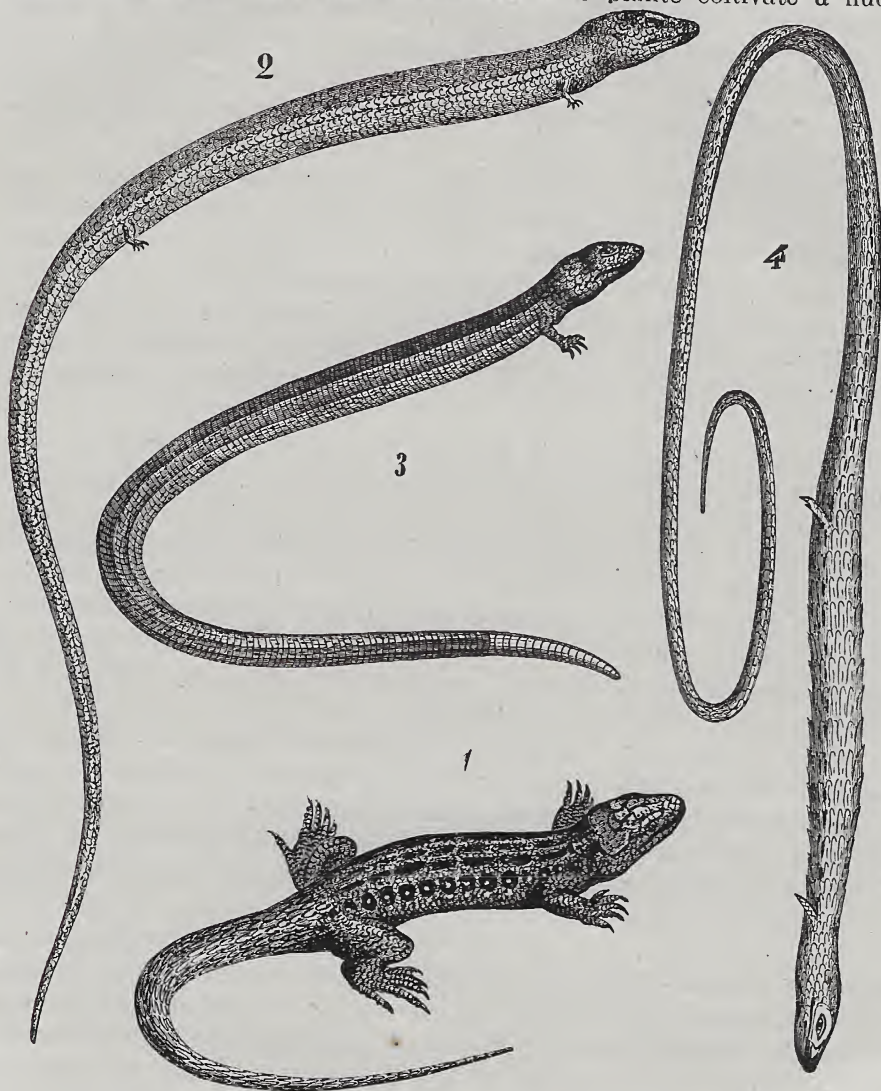



Fig. 45. — Trasformazione delle specie: la caduta delle zampe.
1. Lucertola volgare. — 2. Il seps o luscèngola. — 3. La lucertola striata. — 4. La lucertola monodattila.

condizioni di vita, ed agendo allora la natura sull'organizzazione, ne risultano le variazioni. Ma ciò che noi possiamo fare, e ciò che noi facciamo, si è di scegliere le variazioni che la natura produce, e di accumularle nella direzione che ne piace. Noi adattiamo così, sia gli ani-

mali che le piante, alla nostra particolare utilità, oppure al nostro aggradimento. Un tale risultato può essere ottenuto sistematicamente ed anche senza coscienza dell'effetto prodotto, e basta che, senza avere me-

E. MORIEU Sc.

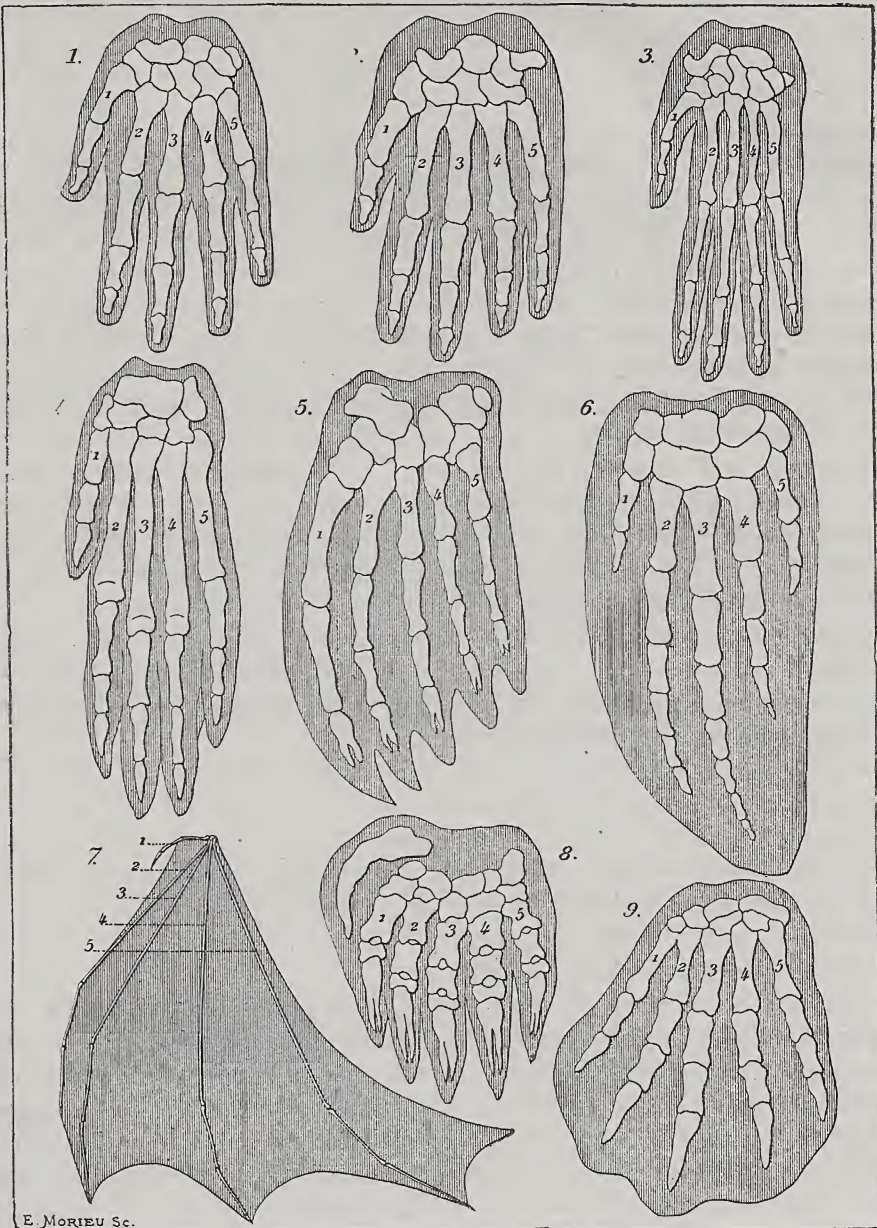



Fig. 46. — Unità organica e parentela degli esseri.
1. Mano umana (il contorno esterno rappresenta la parte carnosa). — 2. Gorilla. — 3. Urango. 4. Cane. — 5. Foca. — 6. Delfino. — 7. Pipistrello. — 8. Talpa. — 9. Ornitorinco.

nomamente il pensiero di alterare la razza, ognuno conservi di preferenza gli individui che, ad ogni data epoca, gli sono più utili.

« Non vi è alcuna fondata ragione perchè gli stessi principî che hanno agito tanto efficacemente allo stato domestico, non agiscano punto nello stato di natura. La conservazione delle razze e degli individui favoriti nella lotta perpetualmente rinnovata a riguardo dei mezzi d'esistenza è un agente oltremodo potente e sempre attivo di elezione naturale. La concorrenza vitale è una conseguenza necessaria della moltiplicazione in ragione geometrica più o meno elevata di tutti gli esseri organizzati. La rapidità di questa progressione è provata non solamente dal calcolo, ma altresì dalla pronta moltiplicazione di certe specie d'animali o di piante durante una sequela di stagioni favorevoli, o allorchè esse sono naturalizzate in paesi nuovi. Nascono più individui di quanti ne possano vivere; un granello nella bilancia può determinare quale individuo vivrà e quale sarà per morire, quale varietà o qual specie si accrescerà in numero, e quale diminuirà e andrà finalmente estinta. Quando gli individui di una stessa specie entrano, sotto ogni rispetto, in più stretta concorrenza gli uni contro gli altri, la lotta è in generale oltremodo accanita tra di essi. Essa è pressochè egualmente seria tra le varietà della medesima specie, e grave ancora tra le specie del medesimo genere, ma la lotta può essere sovente tra esseri abbastanza lontani gli uni dagli altri nella scala della natura. Il più tenue vantaggio acquisito da un individuo, a qualunque età o durante qualsiasi stagione, sopra quelli coi quali egli entra in concorrenza, o un migliore adattamento d'organi alle condizioni fisiche che ne circondano, per quanto lieve sia questo perfezionamento, farà pendere la bilancia.

« Tra gli animali nei quali i sessi sono distinti, una certa rivalità tra i maschi è frequente, e perfino permanente. Gli individui più vigorosi, o quelli che hanno lottato più felicemente contro le condizioni fisiche locali, lascieranno generalmente una progenitura più numerosa. Ma il loro successo dipenderà spesso dalle armi speciali o dai mezzi di difesa ch'essi posseggono, o fin anco dalla loro bellezza, e il più leggiero vantaggio procurerà ad essi la vittoria.

« Pur ammettendo che la testimonianza geologica sia estremamente incompleta, tutti i fatti ch'essa ci offre stanno in appoggio della teoria di discendenza modificata. Le specie nuove sono apparse sulla scena del mondo lentamente e per intervalli successivi; ed il complesso dei cangiamenti effettuati in tempi eguali è assai differente nei differenti gruppi. L'estinzione della specie e dei gruppi interi di specie, che ha avuto un ufficio così importante, è una conseguenza pressochè inevitabile del principio d'elezione naturale; imperciocchè le forme antiche devono essere soppiantate da forme novelle più perfette. Nè le specie isolate, nè i gruppi di specie, possono riapparire, quando siasi una volta spezzata la catena delle generazioni regolari.

« La teoria d'elezione naturale colle sue conseguenze, le estinzioni di specie e la divergenza dei caratteri, è la sola che renda ragione dell'ordinamento così mirabile di tutti gli esseri organizzati, presenti e passati, in un solo gran sistema naturale, formato di gruppi subordinati ad altri gruppi, con gruppi estinti che cadono spesso tra gruppi attuali. Ciò dipende dal fatto che le affinità reali degli esseri organizzati sono dovute alla eredità o alla comunanza d'origine. Il sistema naturale è un albero genealogico di cui ci è necessità scoprire le linee coll'aiuto dei caratteri più permanenti, per quanto lieve sia la loro importanza vitale.

« Tutto il regno animale è senza dubbio derivato da quattro o cinque tipi primitivi, tutt'al più, e il regno vegetale da un numero eguale o minore.

« L'analogia condurrebbe fino un po' più lontano, e cioè alla credenza che tutti gli animali e tutte le piante discendano da un solo prototipo; tutti gli esseri viventi hanno gran parte di attributi comuni: la loro composizione chimica, la loro struttura cellulare, la loro legge d'accrescimento, e la facoltà loro di essere affetti da influenze nocive.

« Presso tutti, per quanto si può giudicarne da ciò che si sa ai nostri giorni, la vescicola germinativa è la stessa; in maniera che ogni individuo organizzato proviene da una stessa origine. Perfino se si considerano le due divisioni principali del mondo organico, vale a dire il regno animale e il regno vegetale, noi vediamo che certe forme inferiori sono così perfettamente intermediarie nei caratteri loro, che alcuni naturalisti hanno disputato in qual regno dovessero essere classificate: e, come l'ha rilevato il professor Asa Gray, « le spore ed altri corpi riproduttori di molte fra le alghe meno elevate della serie possono vantarsi d'avere dapprima i caratteri dell'animalità, e più tardi un'esistenza vegetale equivoca ». Così, pur partendo dal principio d'elezione naturale con divergenza di caratteri, non sembra incredibile che gli animali e le piante si sieno foggiati da qualche forma inferiore intermediaria. Se noi ammettiamo questo punto di partenza, bisogna ammettere altresì che tutti gli esseri organizzati, che hanno in ogni tempo vissuto, possono discendere da una forma primordiale unica. Ma questa conseguenza è principalmente fondata sull'analogia, e poco importa ch'essa sia o no accettata. La cosa è altrimenti per ogni classe, quali i vertebrati, gli articolati, ecc., perchè noi abbiamo qui, nelle leggi dell'emologia e dell'embriologia, ecc., prove affatto speciali che tutti discendono da un progenitore solo.

« Eminenti autori sembrano pienamente soddisfatti dell'ipotesi che ogni specie sia stata creata indipendentemente. A parer mio, quanto noi conosciamo intorno alle leggi imposte alla materia dal Creatore, s'accorda meglio colla formazione e coll'estinzione degli esseri presenti e passati mediante cause secondarie, simili a quelle che determinano la nascita e la morte degli individui. Quando io esamino tutti gli esseri, non più

come creazioni speciali, ma come la discendenza in linea retta di esseri che hanno vissuto lungo tempo innanzi che si depositassero i primi strati del sistema siluriano, essi mi sembrano d'un tratto nobilitati. Giudicando in prevenzione l'avvenire dal passato, noi possiamo predire con sicurezza che nessuna specie vivente trasmetterà la sua rassomiglianza non alterata alle epoche future e che solo un piccolo numero fra di esse tramanderà una posteriorità qualunque fino ad un'epoca assai lontana, inquantochè il sistema dell'aggruppamento degli esseri organizzati ci mostra che il più gran numero delle specie di ogni genere non ha lasciato alcun discendente, ma si è interamente estinto. Noi possiamo pertanto lanciare uno sguardo profetico nell'avvenire fino a predire quali siano le specie comuni e più diffuse, appartenenti ai gruppi più numerosi di ogni singola classe, che prevarranno in seguito e daranno vita a nuove specie dominanti. Siccome tutte le forme viventi attuali sono la posterità lineare di quelle che vissero a lungo prima dell'epoca siluriana, così noi possiamo esser certi che la successione generale delle generazioni non è mai stata interrotta, e che in conseguenza nessun cataclisma ha mai desolato il mondo intero. Noi possiamo parimente conchiudere con tutta fiducia, che ci è permesso di contare su di un avvenire d'una incalcolabile lunghezza di tempo. E poichè l'elezione naturale opera solamente pel bene d'ogni singolo individuo, ogni dono fisico o intellettuale tenderà a progredire verso la perfezione.

« Con quanto maggior interesse non contempliamo noi una lussureggiante riviera, coperta di piante numerose appartenenti a specie numerose, con uccelli che cantano fra gli arbusti, con insetti che loro ronzano d'attorno, con anellidi o larve vermiformi che si arrampicano attraverso il suolo umidiccio, quando pensiamo nel tempo stesso che tutte quelle forme elaborate con tanta cura, pazienza ed abilità. e dipendenti le une dalle altre per una serie di rapporti così complicati, furono tutte prodotte da leggi che agiscono continuamente intorno a noi. Queste leggi, prese nel loro significato più largo, noi le enumereremo ora, e sono: la legge d'accrescimento e di riproduzione; la legge di eredità, pressochè implicita nella precedente; la legge di variabilità sotto l'azione diretta o indiretta delle condizioni esteriori della vita, e dell'uso o della mancanza d'esercizio degli organi; e infine la legge di moltiplicazione delle specie in ragione geometrica, che ha per conseguenza la concorrenza vitale, e l'elezione naturale, da cui derivano la divergenza dei caratteri e l'estinzione delle forme specifiche.

« Vi è grandiosità in siffatta maniera di comprendere la vita e le sue diverse forze, animando fin dall'origine alcune forme od una forma unica sotto un soffio creatore. E intanto che il nostro pianeta continuò a descrivere i suoi cicli perpetui secondo le leggi fisse della gravitazione, da una culla così modesta uscirono forme senza numero, sempre più belle.

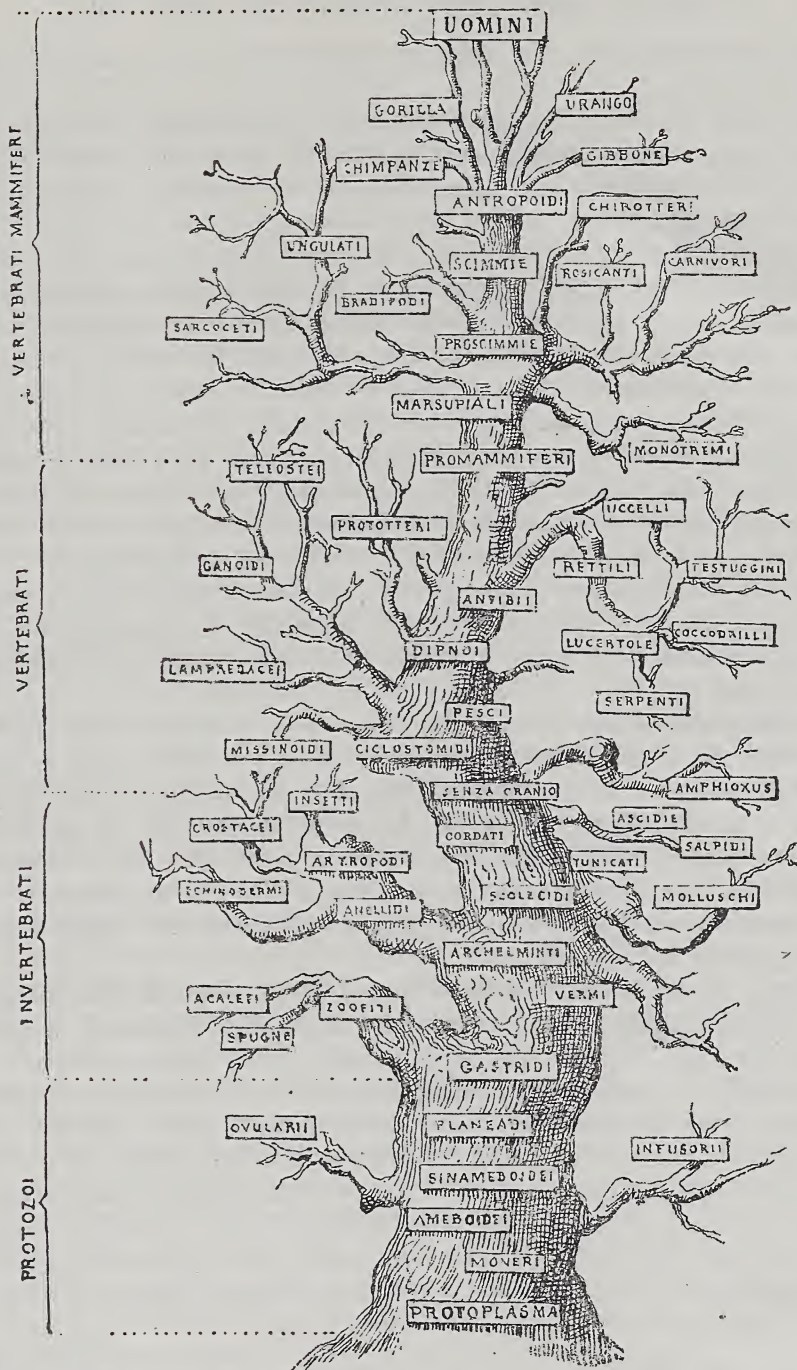



Fig. 47. — ALBERO GENEALOGICO DELLA VITA TERRESTRE.

sempre più meravigliose, che vanno sviluppandosi in una evoluzione senza fine » (1).

Così parla lo stesso Darwin riassumendo questa legge universale ed ormai incontrastabile della parentela, della fraternità di tutti gli esseri. Tutti i fatti assennatamente osservati in storia naturale testimoniano a favore di questa unità organica. Noi abbiamo già fatto notare più sopra (pag. 23) la parentela fra l'uomo e gli animali, accertata dalla testimonianza della nostra stessa embriologia. Ritorneremo più tardi su questo argomento, e così pure sulle testimonianze fornite dall'anatomia comparata. Ma nella natura tutte le indicazioni sono preziose, e non v'ha nulla di insignificante. Così, a mo' d'esempio, la mano dell'uomo non è già arbitraria, ma si collega morfologicamente colle zampe degli animali che ci sembrano a noi più estranei. Nella mano del gorilla, in quella dell'urango, nelle zampe del cane, nell'unghia del cavallo, nella natatoia pettorale della foca e del delfino, nell'ala del pipistrello, nella zampa scavatrice della talpa, e perfino nelle zampe del più imperfetto tra i mammiferi, l'ornitorinco (2), si ritrova sempre e dappertutto lo stesso numero d'ossa e la stessa costruzione. Il quadro di comparazione che noi riproduciamo da Haeckel (vedi fig. 46) è assai significativo per tutti quanti sanno leggere.

Le diverse forme degli esseri non sono che il risultato di trasformazioni lente. È, in grandi proporzioni, ciò che si produce in piccolo nella fisionomia umana e nel portamento degli individui secondo il loro genere di vita e le loro facoltà dominanti. L'operaio ha muscoli, il poeta e il musicista hanno nervi, occhi l'osservatore, e su di ogni viso l'anima si riflette nella sua manifestazione reale. Moltiplicate queste sfumature diverse mediante secoli d'eredità e di sviluppo ed avrete una imagine della trasformazione della specie.

L'esame dei fossili che caratterizzano i diversi piani dei terreni geologici dimostra come le forme organiche vanno semplificandosi di mano in mano che si discende e che si rinvengono strati sempre più antichi. Senza dubbio tutti gli esseri fossili non sono stati ritrovati, e ne siamo anzi ben lungi. Gli scavi che l'uomo ha fatto nella scorza terrestre non rappresentano che una superficie insignificante. I tipi scoperti sono come medaglie di secoli diversi; se ne rinvennero alcune, ma ne manca sempre un gran numero. Tuttavia esse sono sufficienti per ricostruire l'andamento generale della storia, e, nota espressiva! ogni nuova medaglia che viene alla luce va a collocarsi precisamente nelle lacune lasciate in bianco,

---

(1) Darwin. *Dell'origine delle specie o delle leggi di progresso presso gli esseri organizzati.*

(2) Dal greco *ornis*, uccello, e *rhyncos*, becco. Gli Inglesi la chiamano talpa acquatica, e vive nei dintorni di Port-Jakson. Ha piedi con dita riunite da membrane, e becco in cui i denti sono ridotti ad una lamina ossea, che ricorda assai la forma dei denti molari.

Note del Trad.

ed a servire da vincolo d'unione fra due specie che apparivano troppo discoste l'una dall'altra, e separate quasi nell'albero genealogico. Si discende così fino agli strati primitivi, in cui non si trova più vestigio fossile alcuno di vegetali o d'animali rassomiglianti a quelli che esistono oggidì, ma precisamente dei tipi elementari, assai inferiori, che non rappresentano, per così dire, che riunioni di cellule senza organizzazione.

Tutti gli esseri viventi sono simili fra di loro. Non solamente si può passare da una specie all'altra, tanto negli animali quanto nei vegetali, senza aver mai abissi da superare, nè trovar vuoti fra di esse, ma si constata altresì che le specie più perfezionate possono essere riattaccate sempre più da vicino alle specie più semplici, a quel modo che dalle estremità dei diversi rami di un albero gigantesco si scende ai rami inferiori da cui tutti gli altri derivano. Vi è di più. Allorchè si giunge agli animali ed alle piante primitive più elementari, si scorge che alla loro volta essi non sono così separati fra di loro quanto lo sono gli animali superiori delle piante superiori, e che per contrario essi si avvicinano ad un punto tale, che non si sa più se chiamarli animali o piante. Sono esseri intermedi, nè animali nè piante, ma l'uno e l'altro ad un tempo, sotto forma elementare affatto, e che li riaccosta perfino al minerale. E invero, alcuni di questi esseri primitivi sono ad un tempo minerali, piante ed animali: per esempio, i coralli, le spugne e un gran numero di zoofiti.

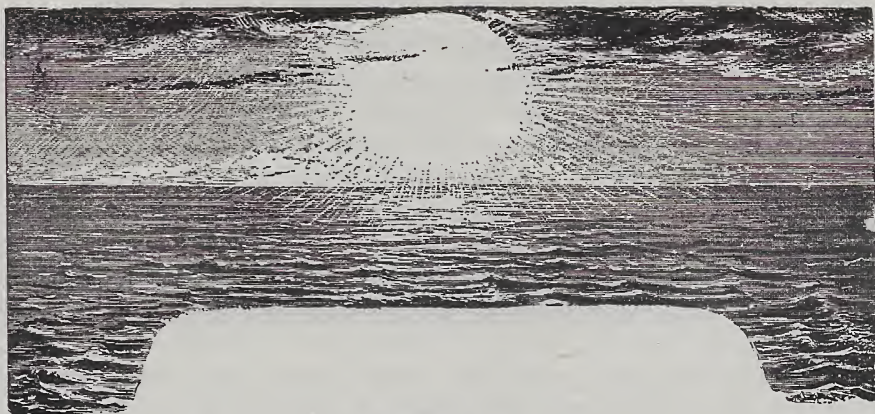
Nello stato attuale della scienza, si può già rappresentare la filiazione generale degli esseri, e schizzare l'albero genealogico della vita terrestre. È quanto ha fatto rcentemente il naturalista Haeckel nel quadro figurato che noi riproducemmo più sopra (vedi fig. 47). Questa filiazione non è ancora stabilita in tutti i suoi rami, ma il complesso suo vien già dimostrato dall'accordo di tutte le scienze naturali riunite.

Le specie sono derivate le une dalle altre in seguito a trasformazioni naturali, lentamente compiutesi: esse non sono immutabili, e neppure durevoli; esse nascono come varietà, vivono e spariscono allorchè le condizioni dell'esitenza loro mettono in pericolo la loro vitalità. Noi abbiamo già visto sparire molte specie dopo gli stessi tempi storici. Il *dinornis* cessò di vivere alla Nuova Zelanda, l'*aepiornis* a Madagascar, il *dronte* e parecchie specie di testuggini alle isole Mascarene. La balena sparisce rapidamente. I branchi d'*auroch* (1) che abitavano la Gallia al tempo di Giulio Cesare, sono scomparsi. Parecchie razze umane, e in ispecial modo quella dei Tasmaniani, si sono estinte senza possibilità di ritorno. Frattanto altre si fanno grandi e arrivano al loro apogeo. Tutte queste trasformazioni della vita terrestre si compiono naturalmente senza rivoluzioni geologiche, senza cataclismi e senza miracoli.

---

(1) Era l'*Urus* degli antichi che abitava le foreste e i luoghi paludosi dell'Europa centrale. *Nota del Trad.*

A quanto vedesi, tutto ci prova l'unità dell'albero genealogico della vita e la filiazione naturale degli esseri, dal lombrico terrestre sino all'uomo. L'*embriologia*, che ci mostra l'uomo il quale incomincia egli stesso l'esistenza sua mediante un uovo e con fasi corrispondenti alle forme animali da cui sono scaturiti i suoi antenati; l'*anatomia comparata*, che mostra l'identità del suo scheletro con quello dei vertebrati superiori; la *fisiologia*, che ci mostra nel cervello lo sviluppo progressivo del midollo spinale, ed in ogni organo un risultato dell'esercizio di facoltà gradatamente sviluppantisi; la *storia naturale* in tutti i suoi rami, che ci mostra, tanto nelle piante quanto negli animali, la variazione degli organi e delle forme prodotte dai cangiamenti di mezzo, di condizioni di esistenza, d'alimentazione, di respirazione, di luce, di temperatura, ecc., variazioni che si trasmettono per eredità, del pari che l'atrofia e la disparizione degli organi divenuti inutili; la *paleontologia*, che ci mostra i fossili schierati dal semplice al composto, e succedentisi di periodo in periodo, manifestando un lento e perpetuo progresso nello sviluppo della specie; la *geologia* e la storia della Terra, che ci mostrano l'armonia dei periodi colle specie viventi, e mettono le cause a fianco degli effetti; *tutto* ci prova questa unità grandiosa, questa fraternità universale.

Tale è la teoria delle trasformazioni delle specie, della loro filiazione e dell'origine loro, oggidì irrevocabilmente stabilita mercè l'opera dei grandi naturalisti, alla testa dei quali sono da porsi Lamarck, Geoffroy-Saint-Hilaire e Darwin. Non accettarla, è chiudere gli occhi alla luce. Nello stato attuale delle nostre conoscenze, allorchè voi sentite taluno volgere in ridicolo la parentela dell'uomo colle scimie e colle altre specie animali, abbiate per dimostrato che vi sta dinanzi o un ignorante, o una persona di mala fede, od un cervello chiuso; e non datevi la pena di discutere. Questi spiriti retrogradi mettono la nobiltà loro là dove non ve n'è punto, nella decadenza cioè di un tipo primitivo più o meno perfetto in luogo di riconoscerla, di ammirarla, di salutarla nel *progresso*.

CAPITOLO II.

LE ORIGINI DELLA VITA.

Com'ebbe principio la vita? L'organismo elementare.

Noi giungiamo ora alla questione capitale per eccellenza. Che le specie animali da una parte, e le specie vegetali dall'altra, derivino, come diramazioni e rami, da due tronchi primitivi, è quanto deve essere accettato come pienamente conforme a tutti gli insegnamenti diretti della natura stessa. Che questi due alberi genealogici sieno vicini per l'origine loro ed abbiano le stesse radici, è quanto noi possiamo parimente ammettere, interpretando tali insegnamenti nella loro più ampia estensione. Ma indietreggiamo pure quanto si voglia attraverso le varie età, attraverso le filiazioni organiche e le loro trasformazioni, e noi non saremo per questo meno condotti a giungere ad un momento in cui la vita ha dovuto *incominciare*. La vita non poteva esistere, nemmeno in germe, all'epoca in cui la terra era sole, e brillava incandescente nelle solitudini dello spazio. Non potevano esistere allora nè germi di piante, nè germi d'animali, nè molecole organiche qualsiansi. Gli elementi chimici erano essi stessi dissociati. Prima d'essere sole, il nostro pianeta, come noi lo vedemmo, era allo stato gasoso, e faceva parte della nebulosa solare. Risalendo più in là ancora, noi tocchiamo un'epoca in cui la sostanza che doveva in avvenire costituire la Terra e i suoi abitanti, era rarefatta a un punto tale, che il vuoto più assoluto delle nostre macchine pneumatiche sarebbe piombo in confronto suo, ed era quindi così imponderabile e pressochè altrettanto trasparente quanto lo è il puro spazio. È impossibile l'imaginare che i germi della vita abbiano potuto esistere già in queste condizioni, a meno di fare una ipotesi alquanto ardita.

Questa ipotesi consisterebbe nel supporre che i germi primitivi della vita siano atomi speciali, atomi viventi, esistenti nel modo stesso degli atomi di carbonio, d'ossigeno, di idrogeno, d'azoto o di ferro. Si ammette in chimica e in meccanica, che gli atomi siano indistruttibili. Da un tal punto al supporli eterni, la distanza non è molto grande. Se gli atomi sono esistenti ab eterno, e se l'origine della vita risiede nella proprietà dell'« atomo vivente » di attirare a sè altri atomi per costituire le molecole organiche, basterebbe l'attendere che le condizioni opportune fossero riunite per assistere alla formazione naturale della prima cellula organica.

Ma quest'ipotesi non è probabile. Senza dubbio non vi sono a stretto rigore gli *atomi* d'idrogeno, d'ossigeno, di carbonio o di ferro, ma solamente le *molecole* di questi corpi, vale a dire alcune agglomerazioni specifiche, distinte, svariate, d'atomi primitivi, i quali non sono essi stessi nè idrogeno, nè ossigeno, nè ferro, ecc. I corpi che la chimica chiama semplici, sono assai probabilmente corpi composti, edifici d'atomi elementari. Data questa concezione dell'universo, non vi sarebbe che un solo genere d'atomi primitivi, essendo tutti gli atomi identici fra di loro.

La sostanza cosmica primordiale deve essere semplice, formata d'atomi omogenei, ultimo termine della riducibilità della materia. I corpi considerati come semplici dalla chimica devono essere agglomerazioni d'atomi, o molecole che differiscono fra di loro pel loro volume, per la forma loro e pel loro peso. La molecola d'idrogeno pesa 8 volte meno della molecola d'ossigeno, 14 volte meno di quella dell'azoto, 31 volte meno di quella del fosforo, 100 volte meno di quella del mercurio. Ma tutto induce a credere che sono desse veramente molecole e non atomi, e che le loro differenze di proprietà provengono dalle loro differenze di costituzione atomica.

Queste molecole, alla lor volta, riunendosi, formano particelle di corpi, altre volte reputati semplici, ed in oggi conosciuti come composti. Due volumi di idrogeno combinati con un volume d'ossigeno, creano l'*acqua;* 21 parti d'ossigeno mescolate a 79 parti d'azoto, creano l'*aria.* Tutti i corpi che ne circondano, inorganici od organici, sono corpi composti, associazioni e combinazioni di molecole fornite dai diversi corpi chiamati semplici in chimica.

Ovunque e in ogni cosa, nei suoi limiti particolari, così come nelle grandi linee dell'architettura del cosmos, la Natura procede dal semplice al composto. Noi siamo dunque autorizzati dai suoi insegnamenti a risalire, nelle indagini intorno alle origini delle cose, fino alla massima semplificazione che sia possibile imaginare, e senza dubbio non raggiungeremo con ciò ancora la semplicità primordiale.

Nelle origini del sistema solare, la sostanza cosmica primigenia di cui

era costituito era formata da atomi omogenei, semplici, elementari; lo stato attuale dell'universo è dovuto agli adattamenti ulteriori di questi atomi fra di essi.

Noi ammettiamo come principio che le molecole dei corpi considerati ancor oggi come semplici dalla chimica, sono composte d'atomi, e che le loro diversità specifiche provengono dal modo di disporsi di questi atomi primitivi nella formazione di ogni singola molecola.

Questi modi d'associazione non sono già arbitrari, ma causati dalle forze della natura, quali sono l'attrazione (qualunque ne sia l'essenza sua), il calore, la luce, l'elettricità, il magnetismo, e le altre modalità di movimento atomico. Non è dunque sorprendente che le stesse combinazioni d'atomi abbiano avuto effetto in mondi differenti, ed anche in differenti sistemi di mondi, e che l'analisi spettrale abbia constatato la presenza del ferro, dell'idrogeno, del sodio, del magnesio, dell'acqua stessa e del carbonio, e così pure degli altri elementi esistenti sulla terra, nel sole, nelle stelle, nei pianeti e nelle comete. Le leggi della natura sono dovunque le stesse, benchè applicate sotto forme svariate. Ma questi stessi atomi primitivi, semplici ed elementari possono anche essersi associati in altri generi di molecole non esistenti sulla terra. E, invero, lo spettroscopio rivela in Saturno, in Urano, in certe nebulose, l'esistenza di corpi sconosciuti che non hanno i loro analoghi nella chimica terrestre. Nello spettro solare le striscie dell'elio provano che vi sono nel sole corpi assolutamente estranei a quelli che noi conosciamo sulla terra.

Le associazioni geometriche d'atomi hanno creato le molecole originarie delle specie inorganiche, l'idrogeno, l'ossigeno l'azoto, il carbonio, il ferro, il solfo, il fosforo, l'arsenico, l'alluminio, l'antimonio, l'argento, l'oro, il piombo, lo zinco, il rame, lo stagno, il mercurio, ecc.

Le associazioni di molecole, fra le quali emergono in prima linea le molecole del carbonio, e le particelle d'acqua e d'aria, hanno potuto, nello sviluppo dello stesso principio naturale, produrre le prime sostanze organiche. La *forza*, che dapprima è puramente meccanica nei movimenti degli atomi elementari o in quella degli astri, atomi dello spazio immenso, diviene affinità, forza fisico-chimica, nelle associazioni di molecole fra di loro, forza vitale nella costituzione degli organismi animali e vegetali, e più tardi forza pensante, negli animali e nell'uomo (l'anima umana, che ha piena conscienza e responsabilità di sè stessa, non si manifesterà sulla Terra che nei tempi moderni). Non vi ha senza dubbio che una sola forza, come non vi ha che un solo genere di atomi. Ma questa forza si diversifica, in quella guisa che la sostanza e le sue diverse manifestazioni possono, alla lor volta, trasformarsi le une nelle altre, pur restando identica la somma di energia e la quantità di materia, nulla derivando dal nulla, e nulla venendo ad annientarsi.

L'analisi dei tessuti animali e vegetali prova direttamente ch'essi sono

formati da molecole inorganiche. Buffon e molti naturalisti hanno creduto che esistessero molecole organiche; ma si è riconosciuto dappoi che era quello un errore. Non vi sono molecole organiche. Come fatto incontrastabile e assolutamente dimostrato, *gli esseri viventi sono composti di molecole inorganiche*, fra le quali dominano l'acqua, l'aria, il carbonio ed altre sostanze originariamente non organizzate.

Procediamo più oltre. Se si esaminano ne' loro particolari questi tessuti animali e vegetali, si constata ch'essi sono formati da globuli mucillagginosi cementati insieme. Questi globuli albuminoidi, designati tecnicamente col nome di cellule, sono piccole uova microscopiche, nelle quali si può distinguere tutto quanto caratterizza l'uovo in genere: un inviluppo, un liquido e un nucleo. *È questo l'elemento essenziale di costituzione di tutti gli esseri viventi*, sieno essi vegetali od animali. Tutti ancor oggi (compresovi l'uomo) nascono da un uovo microscopico, da una semplice cellula.

Noi siamo dunque condotti, dallo studio diretto dalla natura, ad ammettere che la vita incominciò sulla terra mediante la formazione di cellule elementari. Ma in qual modo, e di quali sostanze queste cellule sonosi formate?

Non ostante l'apparente scetticismo di coloro che pretendono sia interdetto alla natura umana di risalire alla ricerca delle cause prime, questa questione dell'origine della vita è troppo capitale per non aver di sè preoccupato tutti gli spiriti desiderosi di conoscere la verità. Si è talora andati troppo oltre nel cercarne la soluzione. È in tal modo che sir Guglielmo Thomson ha emesso l'ipotesi che i primi germi della vita abbiano potuto essere portati sul nostro pianeta dalle stelle filanti e dagli uranoliti, considerati come rovine di mondi distrutti, naviganti nello spazio che incontrano a caso nei deserti del vuoto i mondi da fecondare. L'ipotesi è originale, ma poco probabile, benchè non sia tutt'affatto impossibile che un frantumo di pianeta estinto cada dal cielo, e ci apporti qualche germe non del tutto sterile. Ma le condizioni d'abitabilità dei diversi mondi sono così differenti fra di loro, che quand'anche una tale evenienza si verificasse, non è punto detto con ciò che la località del mare o dei continenti in cui l'uranolito venisse a cadere abbia ad essere un campo acconciamente preparato per far fruttificare la semente extra-terrestre. Le stelle filanti giungendo nell'aria e disaggregandovisi, sarebbero fors'anco più sicure; ma il calore prodotto dalla rapidità della loro penetrazione nell'atmosfera le fonde e le brucia, a meno che esse non abbiano un volume relativamente considerevole. D'altronde, una tale ipotesi non viene che a far retrocedere di qualche passo la difficoltà. Qualora la vita ci venisse da un altro mondo, rimarrebbe pur sempre la questione di ricercare come essa è nata in quel mondo anteriore, e così di seguito.

Ritorniamo dunque alla questione stessa. Secondo le considerazioni già esposte, noi abbiamo, per risolverla, i documenti concordanti forniti da diversi ordini di studi: l'esame dei fossili appartenenti ai terreni più antichi; l'esame dell'albero genealogico delle specie vegetali e delle specie animali; l'esame della formazione attuale degli esseri organizzati e delle sostanze che li costituiscono.

Uno dei risultati più importanti della scienza moderna è stato quello di constatare, come noi vedemmo, che non vi ha materia organica speciale, e che vegetali e animali sono composti d'elementi inorganici che già si conoscono, e che sono in ordine d'importanza: l'*acqua* (e cioè l'ossigeno e l'idrogeno), e l'*aria* (e cioè l'ossigeno e l'azoto), il carbonio, la calce, la silice, il sale, il fosforo, il solfo e il ferro. Tutti gli esseri viventi, di qualunque specie essi siano, dall'uomo fino alla pianta più elementare, sono formati da materiali inorganici. Ciò che li distingue dai

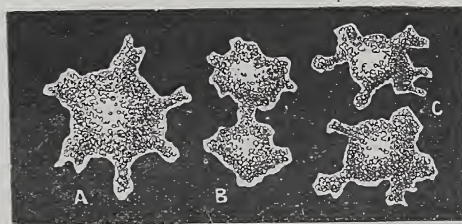



Fig. 49. — I primi organismi o *moneri* secondo Haeckel.

A. Un monero intiero. — *B*. Lo stesso monero diviso in due metà da una strozzatura. — *C*. Le due metà si sono separate e costituiscono ora due individui indipendenti.

minerali, non è già la composizione, la sostanza, ma il loro modo speciale di disporsi, che ne fa dei corpi nè solidi, nè liquidi, nè gasosi come i corpi inorganici, ma dei corpi semi-solidi, semi-liquidi; questo stato speciale è dovuto sopra tutto all'acqua che esiste in grande quantità in tutti gli esseri organizzati, e che, per la sua unione cogli elementi costitutivi della loro sostanza, ha un ufficio di primo ordine nella spiegazione dei fenomeni della vita (1).

È questo un fatto assai importante per la soluzione del gran problema. Eccone un secondo che non è meno eloquente, ed è che questi esseri si riproducono. Ma bisogna saper interpretare questa facoltà loro e non lasciarsi illudere dalle apparenze.

Si crede generalmente che tutti gli esseri viventi, uomini, animali, ve-

(1) Gli organismi primitivi non sono, per così dire, che acqua impregnata di elementi associati. In certe meduse il corpo contiene 99 per cento d'acqua, e solamente 1 per cento di materia solida. Nell'uomo, il corpo racchiude nei suoi tessuti 70 per cento di acqua, e solamente 30 per cento di materia solida.

getali, nascano in oggi da un padre e da una madre, e si vede in ciò un'obiezione insormontabile alla formazione spontanea d'un primo essere vivente. È questo un errore. Non vi sono che gli esseri superiori che si producono mediante la generazione sessuale; gli esseri elementari si riproducono per semplice scissione. Consideriamo, a mo' d'esempio i moneri, gli ameboidi, i zoofiti, i polipi, ecc. Che osserviamo noi in un gran numero d'essi? Unicamente ciò solo: che l'organismo si divide in due metà eguali, dacchè, mediante l'accrescimento, ha raggiunto un certo volume; poi ognuna delle due metà si sviluppa, e diviene un individuo completo. E così via. Vi si trova lo stesso modo di riproduzione che presso certi anellidi. È, del resto, il modo costante di riproduzione della cellula stessa, e cioè dell'elemento costitutivo. In origine, non vi erano nè vegetali, nè animali, ma unicamente cellule, o meno ancora: forse i moneri di Haeckel.

I moneri (1) sono gli esseri più semplici che siano stati osservati finora. Essi sono stati scoperti il 1864, lungo il Mediterraneo, nella deliziosa baia di Villafranca, presso Nizza (2), da Haeckel, professore di zoologia all'Università di Jena: sono bollicine mucillagginose, invisibili ad occhio nudo, o piccolissime, le quali oltrepassano raramente 1 millimetro di diametro. Essi sono formati da una sostanza carboniosa albuminoide, e si appiccicano insieme con le molecole vegetali d'una foglia: si rinvengono riuniti sotto forma di piccoli ammassi gelatinosi, sulle roccie e nel mare. Sono organismi senz'organi: non testa, nè membra, nè stomaco, nè cuore, nè sistema nervoso o muscolare. Materia senza struttura, semplice, omogenea, questo granello vivente è altrettanto pianta quanto animale. Esso è d'una vitalità sorprendente, e lo si è trovato negli abissi oceanici fino a 8000 metri di profondità. È sferico, e cioè di una forma elementare per eccellenza. È mobile. Quando si mette in moto, si formano alla sua superficie alcune sporgenze digitate, certe specie di pedicelli informi, che gli permettono di cambiar posto. Si nutre senza bocca, senza tubo digestivo, senza stomaco, per endosmosi, come le piante, penetrando il nutrimento da assorbirsi, mediante contatto, fino nel suo interno. Per riprodursi, si divide in due parti che si formano in seguito ad una strozzatura, come si può averne un'idea dall'esame della precedente figura 49.

Questo modo di riproduzione non è che un eccesso di cresciuta dell'organismo, oltrepassante il suo volume normale. Questo processo primitivo, la fissiparità (3), è parlando più esattamente, il processo di mol-

---

(1) Etimologia: Μονος, solo.

(2) Località ove l'autore scrisse queste pagine (febbraio 1885).

(3) Fr. *Fissiparité*, da *fixus* fisso e *parère* generare. Termine di storia naturale che dinota un modo di riproduzione il quale è un caso particolare del funzionamento o segmentazione. e che consiste nella scissione di un corpo organizzato in più parti, di cui ciascuna acquista un'esistenza a sè.
Note del Trad.

tiplicazione più generale e più diffuso; e infatti è per questo semplice modo di divisione che si riproducono le cellule, individui organici elementari, la cui agglomerazione costituisce la massa della maggior parte degli organismi, non eccettuato il corpo umano. Consideriamo per esempio, collo stesso autore, quanto avviene in un uovo di mammifero. Eccovene (fig. 50) uno. Esso è, in conclusione, una semplice cellula. Il contorno è una membrana avviluppante la sostanza gelatinosa, nella quale si distingue un piccolo nucleo, o vescicola germinativa.

Nel primo stadio della creazione dell'essere vivente, questa vescicola germinativa si divide per scissione in due nuclei; poi la materia cellulare, il giallo dell'uovo, segue il movimento (fig. 51, *A*). Parimente, le due cellule si dividono alla lor volta in quattro (*B*), quest'ultime in otto (*C*), in sedici, in trentadue, e infine ne risulta un ammasso sferoidale, assomigliante ad un frutto di lampone (*D*). Così incomincia ancor oggi ogni essere vivente compresovi l'uomo.

Questa stessa propagazione per fissiparità può essere osservata in un gran numero di infusori, come lo rappresenta la figura 52.

Fig. 50.
Uovo di mammifero

Nello spazio di alcuni giorni si vedono nascere, in un bicchiere d'acqua di mare, più milioni di individui prodotti da questo sistema di un'estrema semplicità.

Alla riproduzione per scissione o fissiparità si collega d'assai vicino la riproduzione per gemmazione, così estesa nel regno vegetale e in certe classi inferiori del regno animale, zoofiti, meduse idrostatiche, vermi, polipi, ecc. Si manifesta qui già una differenza. Mentre nel primo caso i due esseri derivati dalla partizione della cellula primitiva, sono fratelli ed eguali, nella riproduzione per gemmazione, il secondo individuo è un prodotto del primo, che può essere considerato come il suo generatore: esso è più piccolo, ed ha bisogno di crescere per diventare eguale al primo.

È in tal modo che le cose hanno avuto inizio. *Gli organismi inferiori*, vegetali od animali, *non hanno punto sesso*. Durante milioni d'anni essi si sono riprodotti per scissione, per gemmazione, e in seguito mediante germi. L'esistenza dei sessi, e la loro separazione poi in due individui distinti, non sono venute che assai tardi nella storia della creazione. L'ermafroditismo ha preceduto per lungo tempo la separazione dei sessi: esso esiste ancor oggi nella maggior parte delle piante ed in alcuni animali inferiori (la lumaca, la sanguinosa, il lombrico, è molti altri vermi), la separazione dei sessi esiste invece presso le piante superiore, mimose, sensitive, orchidee, vallisneria, canade, salici, pioppi, castagni d'India, datteri, ecc. D'altronde la generazione senza sesso e la generazione me-

diante sesso non sono separate da una gran distanza e la seconda viene dalla prima, passando attraverso la generazione alternante. La riproduzione verginale, o partenogenesi, esiste in un gran numero d'insetti perfetti (ognuno conosce quella delle pulci). Vi si osservano varianti abbastanza curiose. Così presso le api, le uova della regina danno vita ad individui maschi (api maschi o fuchi) se non furono fecondate, e, quando lo siano state, ad api femmine.

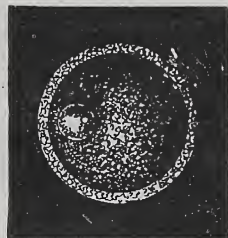
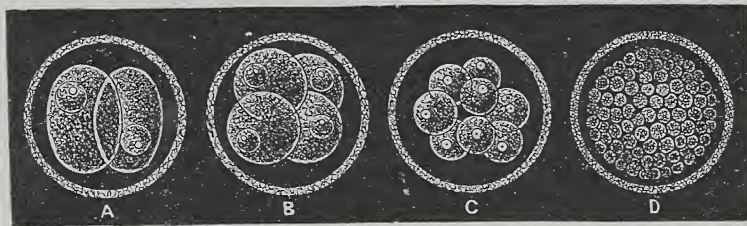



Fig. 51. — Primi stadî della creazione di un mammifero.

L'uovo o cellula si divide in due, in quattro, in otto, ecc., e finisce per produrre un ammasso sferico analogo ad un frutto di lampone.

Dai risultati di questi studi analitici di storia naturale, l'antica obiezione fondata sull'idea che gli esseri animali provengono tutti da parenti generatori, non ha valor scientifico intrinseco, dacchè per una lunga

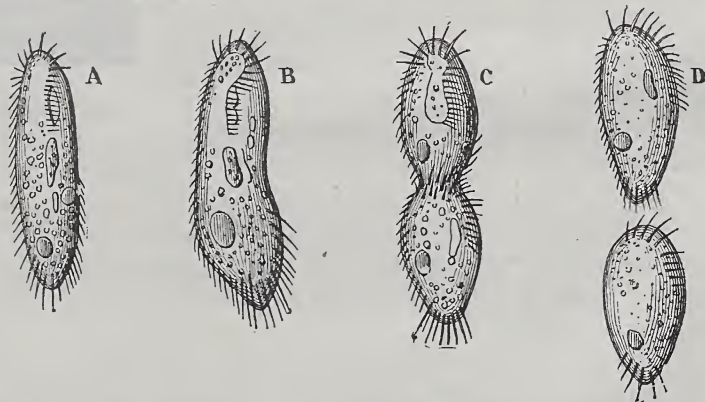



Fig. 52. — Propagazione di un infusorio per divisione spontanea.

serie di secoli, gli abitanti primitivi del globo sono nati senza parenti. La difficoltà d'ammettere la formazione di cellule organiche elementari non è più così grande quanto sembrava il mondo vivente in un circolo troppo ristretto. Questa formazione parrebbe appena un po' più complicata (benchè differente affatto) di quella dei minerali che cristallizzano in forme geometriche ammirabili, o dei prodotti chimici che, in condizioni determinate di saturazione e di temperatura, dànno origine a quelle meravi-

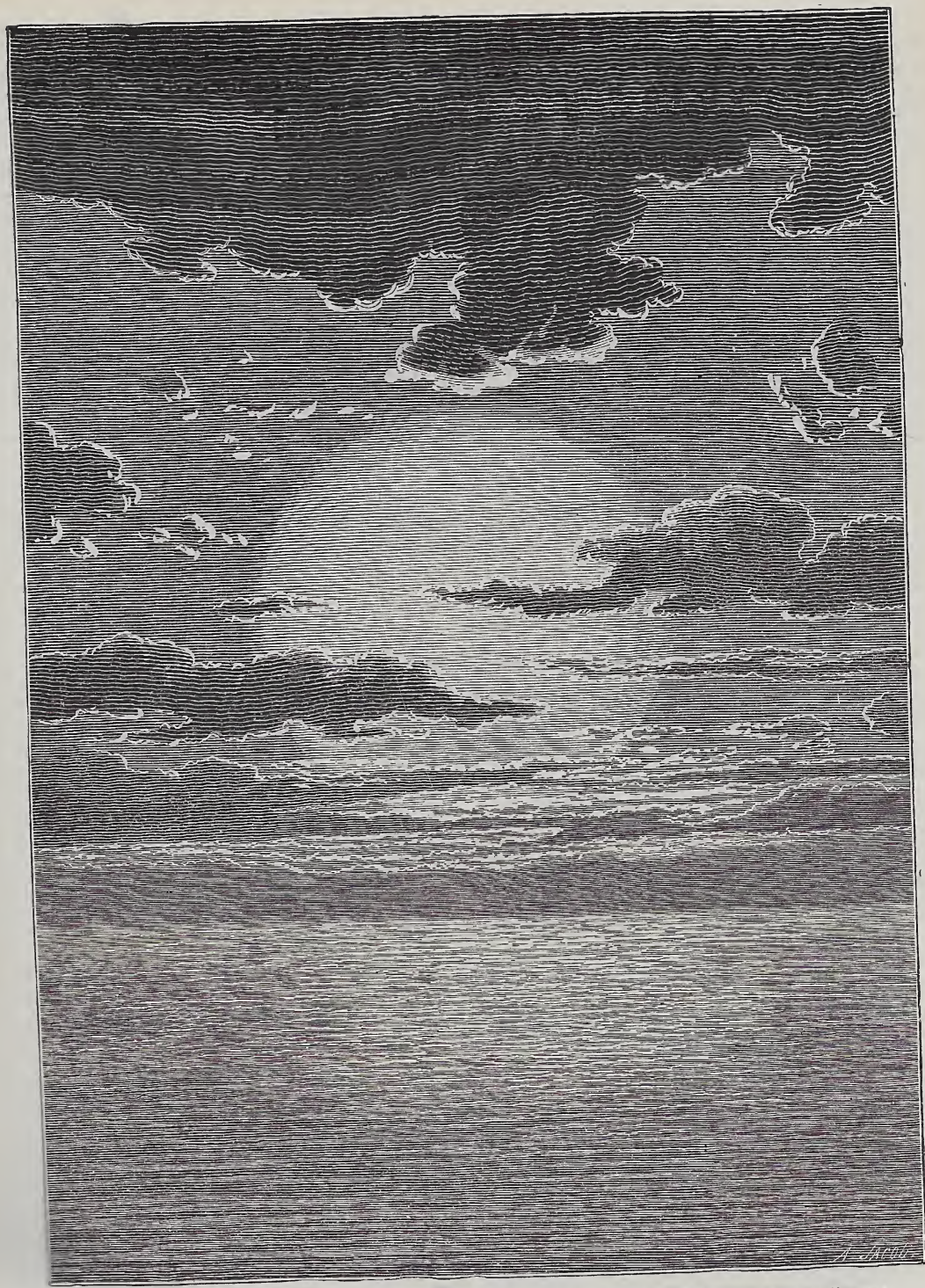



Fig. 53. — ... Sotto l'immenso sole delle prime età, l'acqua, l'acqua dappertutto, sempre l'acqua. — E dal suo seno germinerà la *vita!*

gliose disposizioni di molecole di cui il microscopio ci ha fatto conoscere la grandiosità e l'armonia.

I moneri di Haeckel sono gli organismi più semplici e più elementari che siensi fin qui osservati. Si possono aggiunger loro i microzimi (1), scoperti e studiati, fin dal 1857, dal signor Béchamp, professore allora alla Facoltà di Medicina di Montpellier. Sono granulazioni molecolari, microscopiche, che furono dapprima considerate come muffe, le quali agiscono chimicamente per metter sossopra lo zucchero in soluzione, per formare la madre dell'aceto, in una parola per far fermentare le produzioni organiche, e che il signor Béchamp trova nell'aria, nell'acqua, negli animali, nei vegetali, e perfino nei minerali e nei fossili, e che egli considera come organismi viventi e indistruttibili. Poichè la cellula si costituisce essa stessa e si decompone, e non è conseguentemente semplice nè sopravvive alla morte degli organismi che essa ha formati, il microzima sarebbe l'elemento principale della cellula stessa, la forma vivente ridotta alla sua più semplice espressione, che ha la vita in sè, e senza di cui la vita non si manifesta menomamente. Queste granulazioni organiche, scoperte poscia in Germania, vi hanno ricevuto il nome di « micrococco ». È la loro riunione in allineamenti che produce i bacteri. Secondo l'autore citato, questi esseri non sono stranieri agli organismi, come germi esteriori che vi sono apportati dalle malattie; essi fanno parte integrante essenziale di tutti i corpi viventi, e sono l'origine stessa della vita in tutti gli esseri. I microbi in forma della cifra 8 del signor Pasteur, non sarebbero altro che microzimi accoppiati a due a due. In una parola, i microzimi compirebbero la loro evoluzione in cellule, in uova, in bacteri, in microbi, e sarebbero il substratum stesso di tutto quanto il mondo organico. Essi sono classificati con ragione tra gli infinitamente piccoli, imperocchè la loro grandezza è dell'ordine dei millesimi di millimetro.

Senza dubbio la natura intima di questi organismi non è ancora ben definita, e la loro stessa esiguità è una difficoltà pressochè insuperabile. Ma, sia ch'essi portino davvero in sè la vita indistruttibile, come afferma lo scienziato che li ha studiati, sia ch'essi servano unicamente alla costituzione elementare degli esseri, avevano diritto di essere qui citati, ed era d'uopo fossero presentati ai nostri lettori in questo riassunto indipendente e sincero di tutti gli elementi scientifici che possono contribuire alla dilucidazione del gran problema dell'origine della vita.

Ma, moneri, microzimi, cellule, ameboidei, organismi rudimentari, sono formati di qualche cosa. Questo qualche cosa, la sostanza loro, possiede una certa attività che non possiedono i minerali. Ebbene! è quella la prima sostanza vivente, la più elementare e più semplice di tutte; le si diede il

---

(1) Etimologia: Μυχρος, piccolo; ζυμη, fermento.

nome di *protoplasma* (1), e i fisiologi constatano ch'essa esiste ed è la base di tutti i tessuti, vegetali ed animali.

Il protoplasma è una sostanza appartenente al gruppo chimico degli albuminoidi, vale a dire, composta da una combinazione di carbonio coll'idrogeno e coll'azoto, elementi primitivi fin anco del pianeta. A questi elementi, le cui proporzioni variano, si aggiungono spesso il solfo, il ferro, ed il fosforo (2). Per quanto chimico, minerale, elementare esso sia, il protoplasma *vive*; nasce, s'accresce, si riproduce e muore, si nutre, è sensibile, si muove fin anco e reagisce contro gli eccitamenti che vengono a provocarlo. È questa sostanza, che modificandosi in foggie diverse, serve alla formazione dei tessuti e degli organi di tutti gli esseri viventi. Quando gli esseri viventi muoiono, la sostanza loro si decompone e fa ritorno al mondo inorganico, al quale essa era stata tolta a prestito.

La sensibilità è stato il punto di partenza della vita, il grande fenomeno iniziale da cui sono derivati tutti gli altri, tanto nell'ordine fisiologico quanto nell'ordine intellettuale e morale. Le piante sono sensibili come gli animali (vi hanno soltanto differenze di grado); il protoplasma è sensibile, ed è in ciò sopra tutto ch'esso differisce dalle sostanze inorganiche che più gli assomigliano.

I membri che vivono anche oggidì nell'acqua salata non sono composti che di una semplice grumosità protoplasmica. Sono gli esseri più semplici che noi conosciamo. La vita incominciò nell'epoca in cui il globo terrestre era intieramente circondato dalle acque tiepide dell'oceano primordiale. I primi esseri viventi, assai probabilmente analoghi ai moneri attuali, erano abitanti del mare. Da essi sono venute le piante acquatiche e terrestri, gli esseri che non possono più vivere oggidì che nelle acque dolci dei laghi, dei fiumi e dei torrenti, non meno che tutta la flora e tutta la fauna che adornano ed animano oggidì la terra ferma dei continenti. Ancor oggi gli esseri sono sopra tutto composti *d'acqua*.

Tutto quanto c'insegna la natura risponde dunque alla questione posta testè. Noi *sappiamo* che i primi organismi si sono formati nelle acque tiepide del mare primitivo, e non sono stati che corpuscoli gelatinosi senza forme, senza struttura, corpi chimici, nei quali le proprietà speciali del carbonio, e sopratutto la mezza fluidità e la flussuosità indefinita dei composti albuminoidi, hanno iniziato una differenza capitale coi prodotti esclusivamente minerali, e inaugurato i fenomeni della vita.

---

(1) Etimologia: πρῶτος, primo, e πλασμα, formazione.

(2) Secondo Lieber Kühn, la formola dell'albumina sarebbe C^{240} H^{392} Az^{75} S^{3}, vale a dire che una particella d'albumina sarebbe composta di 240 molecole di carbonio, 392 d'idrogeno, 75 d'azoto, 75 d'ossigeno, 3 di solfo, e comprenderebbe per conseguenza 786 molecole di diversi corpi semplici. Essa è relativamente grossa e la si estima a tre milionesimi di millimetro di diametro all'incirca. Non la si vede ancora al microscopio, benchè si arrivi già a distinguere alcune linee, le quali non misurano che cinque milionesimi di millimetro di diametro, e alcuni oggetti che misurano 10 milionesimi o 1 centomilionesimo.

Le loro forme rudimentari e pressochè indecise ci appaiono, per impiegare la sola imagine che sia abbastanza espressiva, come i primi passi incerti e dubbiosi della vita che sta per nascere. In essi, la cellula, quale la si definisce, col suo nucleo e la sua membrana d'inviluppo, non esiste ancora. È dire press'a poco che l'individualità non esiste più, o non esiste che a stento. La vita è ancora in uno stato confuso. La sostanza protoplasmica, fluttuante e amorfa, ci dà a mala pena l'idea di esseri reali.

Durante l'esplorazione del fondo dell'Oceano fatta per la prima posa del filo transatlantico, si trovò, commista al limo grigiastro che forma questo fondo, una massa gelatinosa informe, contenente dei corpuscoli calcarei. Questa gelatina fu conservata nell'alcool. Il professor Huxley, riconoscendo in essa del protoplasma amorfo, la designò come l'essere, il monero più rudimentale, sotto il nome di *Bathybius Hæckelii.*

Le memorabili esplorazioni sottomarine, fatte nel 1868 e 1869 dai signori Thomson e Carpenter, sopra le navi *Ligthning* e *Porcupine*, le quali rovesciarono tutte le idee classiche insegnate intorno all'assenza della vita nelle profondità del mare, scoprirono a tre e a quattromila metri sotto la superficie dei flutti questo protoplasma consistente in una grande quantità di materia gelatinosa, organica, in una proporzione abbastanza considerevole per dare al limo una certa viscosità. Se si agita questo limo collo spirito di vino di debole potenza, vi si depositano dei fiocchi assai fini, i quali hanno l'aspetto d'una sostanza mucosa e coagulata. Se un po' di questo fango, di cui la natura viscosa è evidentissima, vien posto, in una goccia d'acqua di mare, sotto il microscopio, si può ordinariamente scorgere, in capo a qualche tempo, una reticella irregolare di materia albuminoide, con contorni nitidamente disegnati, e che non si confonde coll'acqua: si può vedere come questa massa viscosa modifica a poco a poco la sua forma, e come i grani inglobati e i corpi stranieri vi cangino la loro posizione correlativa. Questa sostanza è dunque suscettibile d'un certo grado di movimento, e non può esservi alcun dubbio che essa non manifesti fenomeni di una forma della vita affatto elementare. Si è raffigurato più innanzi (figura 54), togliendola dall'opera di quei navigatori *(Gli abissi del mare)* un frammento di tale sostanza.

Tuttavia, si rimase lungo tempo scettici sulla natura e perfino sull'esistenza di questa materia troppo rudimentare. Avendo i chimici dimostrato che l'alcool versato nell'acqua di mare determina un precipitato vischioso, si assimilò la sostanza in questione ad un precipitato di tal genere. Ma, nel 1875, un naturalista tedesco, il signor Bessels, l'osservò di nuovo in una spedizione americana al polo Nord, a una profondità di 92 braccia, nello stretto di Smith. Queste masse erano puramente e semplicemente costituite da protoplasma, nelle quali si trovò essersi accidentalmente accumulati alcuni corpuscoli calcarei.

I moneri non sono che protoplasma. « Un grumo di gelatina, scrive il signor Perrier, ecco tutto ciò che rivelano in essi i nostri microscopi più potenti. Ma questa gelatina è vivente: la si vede ad ogni istante cangiare di forma, impadronirsi d'altri infusori, dissolverli e incorporarli nella sua propria sostanza. Essa appare nel liquido che la circonda simile a quei leggieri filamenti che ondulano in un bicchiere d'acqua, al di sopra d'un pezzo di zucchero che si dissolve. » Noi l'abbiamo detto: i moneri sono piccole sfere. Allorchè essi hanno bisogno di cambiar posto, spuntano loro certe appendici raggiate, che servono come piedi. Se

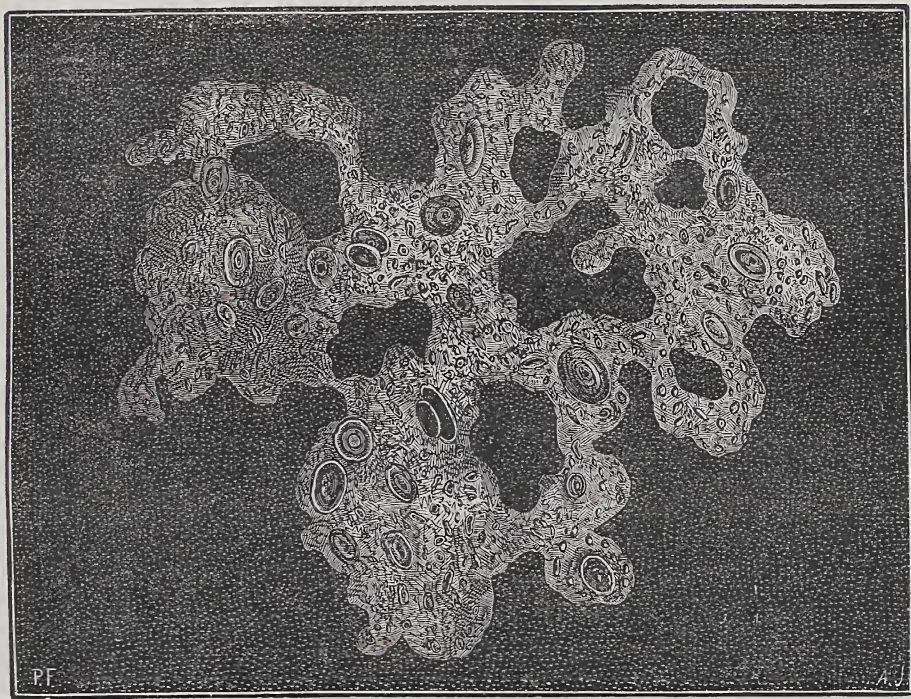



Fig. 54. — Protoplasma raccolto nelle profondità del mare (gr. 700 diametri).

ne conoscono già più specie. Essi costituiscono individui che sono come altrettante cellule, se si possono chiamar cellule quelle masse nude e senza nucleo. Queste pallottoline viventi hanno, diciamo noi, cigli o lobi, pseudopodi, rudimentari, brevi, irregolari, che s'avanzano sporgenti in tutti i sensi, si raccorciano e rientrano fin anco, allorquando questo rudimento d'essere più non ne ha bisogno. Il modo di locomozione è un movimento di strisciamento, che s'effettua mediante l'allungamento di un lobo, il quale prende un punto d'appoggio alla sua estremità, e si raccorcia in seguito per trascinar seco il corpo intero, sembrando scivolare allora come una goccia d'olio spinta da un soffio su di una lastra

di vetro pulita. Allorchè un raggio di sole viene a colpire il vaso che contiene uno di quegli esseri, questi si dirige sempre verso il lato della luce. L'elasticità del protoplasma vivente, la sua dilatazione e sua contrazione sotto l'influenza del calore provocato dalla sua respirazione, bastano a render conto del meccanismo di questi movimenti. Facciamo notare altresì tra i moneri, il myxodictyum sociale. Con esso, il protoplasma costituisce delle individuità distinte, dei grumetti più o meno sferici, circondati d'ogni parte da pseudopodi ramificati o a guisa di raggi, che si riproducono per fissiparità, come abbiamo veduto più sopra, ma restano riuniti in colonie mediante i loro filamenti. Si avrà un'idea del loro aspetto dalla figura seguente (fig. 55) riprodotta dall'opera di Perrier sulle colonie animali.

Ecco gli esseri primitivi. L'organico viene dall'inorganico. La forza vitale è nata dalla forza fisico-chimica.

L'elettricità non è probabilmente stata straniera a questa progressione della materia: alle condizioni preparate mediante il calore, la pressione delle acque, la densità, essa ha raggiunto quella che dà alle molecole la facoltà dei movimenti interni. Ancor oggi essa ha un còmpito poco studiato, ma importante nei fenomeni superiori della vita. Il profeta, che fosse stato contemplatore della terra in quell' epoca primordiale, non avrebbe osservato senza emozione questa ardente genesi che stava per creare un nuovo mondo. Sotto l'immenso sole delle prime età, l'acqua, l'acqua dappertutto, sempre l'acqua (vedi figura a pag. 113). È dal suo seno che germinerà *la vita!*

A dir vero, questa fecondazione del pianeta non è in sè stessa una semplice operazione chimica, più di quanto una combinazione chimica non sia una operazione meccanica: è qualche cosa di più. La vita è una forma novella di movimento; essa è una creazione naturale prodotta dalle condizioni chimiche che l'hanno determinata. Ma non vi è qui soltanto una semplice operazione chimica: vi è altra cosa, una *nuova forma di moto.* « Mercè i cangiamenti incessanti che si compiono nella loro composizione, mercè i movimenti di cui sono la sede, e per la facoltà loro di nutrirsi, di dividersi in individualtà distinte, e di riprodursi, i protoplasmi si distinguono chiaramente da tutte le sostanze chimiche, e, noi l'affermeremo col signor Edmondo Perrier, costituiscono una classe di sostanze assolutamente a parte. Tra le sostanze viventi ed i composti chimici, la distanza è grande. Ma si sa oggidì che la vita esiste con tutti i suoi caratteri in una classe di sostanze altrettanto semplice, sotto l'aspetto della struttura, quanto i composti chimici. »

Per il pensatore che cerca di penetrare i segreti della natura non è più sorprendente il vedere le combinazioni del carbonio dar vita a corpuscoli gelatinosi, di quanto lo sia il vedere i cristalli arborescenti di una soluzione salina farsi grandi e svilupparsi, di mano in mano che

l'acqua evapora, o elevarsi l'albero di Saturno, allorchè si abbandona una lamina di zinco sospesa in una soluzione di acetato di piombo, oppure il vapore acqueo disegnare fantastiche felci sui vetri di una finestra esposta al gelo, e così formarsi nell'aria i fiori esagonali della neve, cristallizzare il solfo in romboedri, il bismuto in esaedri, l'oro e il rame in ottaedri piramidali, ecc., ecc. La differenza che separa i prodotti organici dai prodotti inorganici non consiste già nella natura materiale della loro composizione, imperciocchè la composizione di tutti gli esseri viventi è puramente chimica e formata dagli stessi elementi di quella dei corpi inorganici; questa differenza risiede nella flessibilità dei loro tessuti, nella loro facoltà di essere penetrati dal mezzo ambiente e di *accrescersi intieramente* mediante intus-assorbimento (1), in luogo di farlo esteriormente per justaposizione (2) come le cristallizzazioni chimiche nelle forme che le specificano e nell'attitudine a cangiare di forma (allungarsi, raccorciarsi, muoversi) che risulta da queste diverse proprietà. La differenza essenziale risiede sopratutto nella facoltà di riproduzione; ma, come abbiamo visto, questa facoltà incominciò a manifestarsi mediante una semplice partizione dell'oggetto accresciutosi. In verità, non si può qualificare nè come animale, nè come vegetale un corpuscolo organico così rudimentare, qual è un grano di protoplasma; ma esso differisce nondimeno essenzialmente dagli altri prodotti chimici ed è davvero l'uovo della vita che, nell'avvenire, si espanderà sulla superficie della terra.

Per la natura non vi ha nè chimica, nè fisica, nè meccanica, nè astronomia, nè meteorologia, nè botanica, nè zoologia, più di quanto non vi siano specie cosmografiche, minerali, vegetali o animali. Sono queste infatti classificazioni inventate dagli uomini per separare le materie di studio, e facilitare questo stesso studio. Benchè un gran numero di scienziati si lascino illudere, e considerino le loro proprie invenzioni per realtà, importa assai di non essere vittime di un errore che distruggerebbe pel nostro spirito la semplicità mirabile della natura. Per essa il mondo organico è, a simiglianza dell'inorganico, lo sviluppo di uno stesso essere; una vasta unità, abbraccia il gran complesso delle cose.

L'universo esistette durante molto tempo in uno stato puramente *meccanico*, nebulosa in attività, movimenti d'atomi, gravitazione universale. Il calore, la luce, l'elettricità, le formazioni di molecole hanno dato origine allo stato *fisico*, durante il quale il pianeta è uscito fuori dalla sua culla nebulosa. Le combinazioni, le affinità, hanno prodotto lo stato *chi-*

---

(1) Fr. *intususception*, da *intus*, all'interno e *suscipere*, prendere. Atto mediante il quale le materie nutritive sono introdotte nell'interno dei corpi organizzati, per esservi assorbite.

(2) Fr. *juxtaposition*, da *juxta*, presso, e *ponere*, porre. Termine scientifico che dinota il modo di accrescimento dei corpi inorganici, mediante l'aggiunzione di nuovi strati alla superficie loro.

Note del Trad.

mico, le condizioni della vita si preparavano. A queste tre età, derivate le une dalle altre, succedette lo stato *organico*, proveniente egualmente in modo affatto naturale dall'epoca che l'aveva preceduto.

Dal giorno in cui, per lo sviluppo stesso della genesi terrestre, le condizioni della vita furono riunite, sarebbe stato altrettanto difficile al protoplasma di non formarsi, quanto ad un prodotto chimico di non obbedire alle condizioni che lo determinano. E dal giorno in cui la vita è apparsa colla sua proprietà caratteristica di riproduzione perpetua, essa doveva estendersi e moltiplicarsi su tutta quanta la superficie del mondo. Al pari della luce, del calore, dell'affinità chimica, del moto molecolare, la vita agisce senza posa, e più non s'estingue. Fino all'ultimo giorno della terra, essa animerà la natura, trasformandosi all'infinito, ma non annichilendosi giammai. E qual forza irresistibile! Bisogna *vivere;* è il primo grido di ogni essere che giunge in questo mondo, e appartenga esso alla pianta, al mollusco, al pesce, al rettile, all'uccello o al vertebrato superiore, quest'essere non è appena giunto allo stato adulto, che una legge superiore s'impone ad esso, lo penetra d'incoscienti desiderî e gli fa presentire gli istanti di misteriosa voluttà, senza di cui il flutto della vita si arresterebbe sul suo corso. Non basta vivere, *bisogna* altresì perpetuare la vita.

Da quest'epoca, il nostro pianeta è trasformato. Fin qui esso apparteneva al mondo minerale, sordo, muto, cieco, inconsciente; d'ora innanzi esso porta in sè la vita, e il primo sentimento confuso d'esistenza personale, che s'è testè manifestato nella formazione dei primi organismi, sta per illuminarsi e giganteggiare per raggiungere un giorno i più elevati gradini del mondo intellettuale e morale.

È nei mari che incominciò la vita; è là che essa è sempre più abbondante. Le acque possedono un numero assai maggiore d'abitanti della terra ferma. Su di una superficie meno variata di quella dei continenti, il mare rinchiude nel suo seno una esuberanza di vita di cui nessun'altra regione del mondo saprebbe darci una idea.

La vita si espande tanto al nord quanto a mezzogiorno, tanto in oriente quanto all'occidente. Dovunque i mari sono popolati; dovunque, in seno all'abisso, s'agitano e si dibattono creature che si corrispondono ed armonizzano fra di loro; dovunque il naturalista trova da istruirsi e il filosofo da meditare. Le profondità dell'ocenao, le sue pianure, le sue montagne, le sue valli, le sue tenebrosità, e perfino le sue ruine, sono animate ed abbellite da innumerevoli esseri organizzati. Sono innanzi tutto piante solitarie o sociali, erette o fluttuanti, sparse in praterie, od aggruppate in oasi, o riunite in immense foreste. Queste piante proteggono e nutrono migliaia d'animali che si arrampicano, che corrono, che nuotano, che volano, che s'affondano nella sabbia, s'appiccicano alle roccie, si annidano nei crepacci o si costruiscono delle tane; che si ricercano o si

sfuggono, s'inseguono o si battono, si accarezzano con amore o si divorano senza pietà. Le nostre foreste terrestri non contengono, assai probabilmente, altrettanti animali quanto quelle marine. L'oceano, che è per l'uomo l'elemento dell'asfissia e della morte, è, per migliaia d'animali, un elemento di vita e di salute. Vi è la gioia nei suoi flutti; v'è la felicità sulle sue rive, e l'azzurro dappertutto (1).

Nelle grandi profondità, la temperatura delle acque è sensibilmente la stessa (verso 0°) per tutte le latitudini, dall'equatore fino alle regioni agghiacciate dei poli. Le più intense agitazioni della superficie non si estendono oltre 25 metri di profondità, dal che consegue che i vegetali e gli animali, discendendo più o meno, secondo il freddo o i movimenti che li

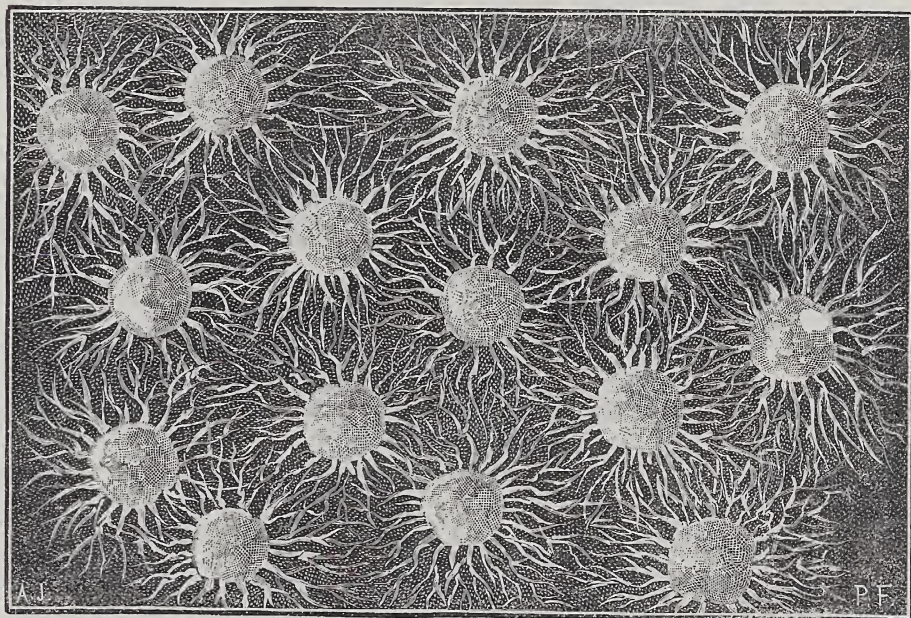



Fig. 55. — I primi organismi. — Associazione di moneri.

agitano, possono trovare l'ambiente che ad essi maggiormente conviene.

I colossi che s'incontrano nel mare, la balena, il capodoglio, la balenottera, il narvalo, il delfino, il pescecane, non costituiscono la popolazione più importante delle profondità acquatiche. L'oceano è popolato da legioni innumerevoli d'infinitamente piccoli; da infusori microscopici, così minuscoli, che una gocciolina di liquido ne contiene più milioni. Tutte le acque ne presentano, sì le dolci come le salate, sì le fredde come le calde. I grandi fiumi ne trascinano costantemente quantità enormi nel mare. Il Gange ne trasporta, entro lo spazio di un anno, una massa

(1) Moquin-Tandon. *Il mondo marino.*

eguale a sei od otto volte il volume della più alta piramide d'Egitto. Tra questi animali se ne sono contate già più centinaia di specie differenti.

Presso i due poli, là dove non potrebbero esistere grandi organismi, si incontrano ancora miriadi d'infusori. Quelli che vennero osservati nei mari del polo australe, durante il viaggio di James Ross, offrivano sott'occhio una ricchezza tutt'affatto particolare di organizzazione, sconosciuta fino allora, e di una eleganza notevole. Nei residui della fusione dei ghiacci che galleggiano al 70° di latitudine, se ne trovarono quasi cinquanta specie differenti (Ehrenberg).

In profondità marine che oltrepassano l'altezza delle più colossali montagne, ogni strato d'acqua è animato da falangi innumerevoli d'impercettibili abitanti (Humboldt).

Sì, è ben questa la culla della vita, ed ecco i primi esseri che abbiano vissuto. Fu l'oceano questa culla, e la sostanza gelatinosa, di cui gli infusori sono composti, è stata questa prima gelatina feconda. Ancor oggi, gli infusori sono ad un tempo gli animali più numerosi della natura, e quelli di cui la forza vitale è più energica. Consideriamo per esempio le *amoebe* (1) (fig. 56). Imaginatevi una gocciolina di materia mezzo solida, mezzo trasparente, mezzo gelatinosa, omogenea, dotata di movimento volontario. Essa s'agita in diversi sensi, si dilata o si restringe, e prende le figure più irregolari ed inattese. Quando si colloca questo animalucolo sotto il porta-oggetti di un microscopio, egli scivola come una gocciolina d'olio, si deforma e torna a ricostituirsi. Vero proteo, egli è, secondo i movimenti, circolare, oblungo, arcuato, lobato, stellare, ed anche completamente ramificato (Moquin-Tandon).

I radiolari possono essere loro paragonati. Si rinvengono tali animali nel Mediterraneo, sopratutto sotto il bel cielo di Messina, e galleggiano riuniti in ammassi di gelatina molle, diafana, incolora. La loro dimensione è press'a poco quella di un punto. Se si tenta di afferrarli con una pinzetta, essi si spezzano; se si tenta di pescarli colla rete, rimangono appiccicati alle maglie.

I monadi (fig. 57) sembrano non essere altro che molecole di sostanza assorbente, atomi agitati e punti che si muovono; essi misurano un tremillesimo di millimetro di diametro.

I volvoci (fig. 58) si avvolgono e girano continuamente su sè stessi. Sono globuletti viventi.

In generale questi infusori sono provvisti di cigli che li circondano e loro servono a tutto: moto, alimento, respirazione, ecc.

Questi esseri possedono, in qualche maniera, la vita in ognuno dei loro

---

(1) È il rappresentante più tipico dell'origine degli Ameboidei, protozoi appartenenti alla classe dei Rizopodi, provincia dei Nucleati.

Nota del Trad.

elementi. Müller ha visto una colpodia risolversi in molecole fino alla sesta parte del suo corpo, e poi questa sesta parte mettersi a nuotare « come se nulla fosse stato ». Essi presentano ben altri mezzi di decomposizione. Se si avvicinano alla goccia d'acqua in cui nuotano le barbe di una penna immersa nella ammoniaca, dice Moquin-Tandon, l'animaluccio si sofferma, ma continua a muovere i suoi cigli. Tutto ad un tratto, sopra un punto del suo contorno, si produce una squarciatura che si fa grande a poco a poco, fino a che l'intiero animale sia fuso, o per meglio dire *disciolto*. Se vi si aggiunge una goccia d'acqua pura, la decomposizione bruscamente s'arresta, e quanto rimane dell'animaluccio ricomincia a muoversi ed a nuotare, sempre *come se nulla fosse stato*.

Alcuni rotiferi (1) dimenticati per alcuni anni in un granaio, disseccati e morti per sempre, possono rivivere colla maggior facilità del mondo: basta immergerli nell'acqua.

Tutti questi piccoli esseri ponno essere annoverati fra i più antichi

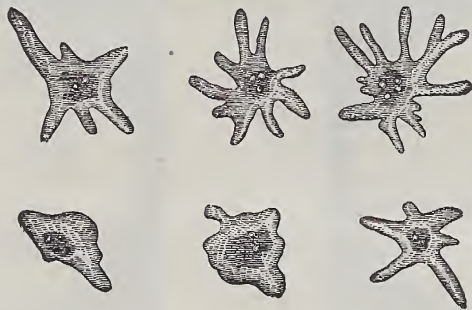



Fig. 56. — Infusori elementari.

del pianeta. Sotto tutte le latitudini e a tutte le profondità, si trovano in immensi banchi di pietra i foraminiferi (2) fossili. Parigi stesso ne è pressochè intieramente edificato. Le cave di Gentilly li contengono in ragione di 20 000 per centimetro cubo e di 20 miliardi per metro cubo! Quando noi passiamo accanto ad una casa in demolizione o ad un edificio in costruzione, la nube di polvere che noi respiriamo ce ne fa ingoiare delle migliaia. Questi esseri infinitamente piccoli hanno costrutto vere isole, intere montagne, ed hanno avuto un còmpito più ragguardevole, nella formazione della terra, degli animali più potenti, e in apparenza di maggior importanza. Noi chiederemo a tutti questi piccoli esseri, nel capitolo seguente, la lezione che essi sono in grado di darci sulla

(1) Animaletti acquatici, appartenenti al sottoregno dei Metazoi, con apparato ciliare costituito da due dischi.

(2) Foraminiferi o talamofori. Protozoi antichissimi, col corpo rivestito di gusci organici o calcarei, ai quali si aggrapperebbe l'Eozoon canadense del Laurenziano. Sono parimenti foraminiferi le nummuliti, di cui si ponno vedere belli esemplari da noi al Montorfano, presso Como.

Note del Trad

storia della vita alla superficie del nostro pianeta: il punto capitale era per noi quello, innanzi tutto, di determinare le origini di questa vita.

Così, per riassumere in brevi parole tutti i documenti che precedono: *Noi conosciamo in oggi le origini della vita sulla Terra; noi sappiamo che tutti gli esseri viventi, non eccettuato l'uomo, sono parenti fra di essi, e discendono da questa origine; noi sappiamo altresì che questa origine è un'umile sostanza organica derivata dalle condizioni fisico-chimiche che le hanno dato nascita; noi sappiamo infine che* LA LEGGE DEL PROGRESSO *regge la creazione intiera.*

Tale è stata, secondo quanto c'insegnano tutte le scienze comparate, l'origine della vita sul nostro pianeta, origine di cui lo sviluppo e le trasformazioni hanno successivamente dato vita alla meravigliosa diversità di tutto quanto ne circonda. Questa creazione naturale delle specie viventi urta alcuni sentimenti meritevoli di rispetto, ma che hanno la fonte loro

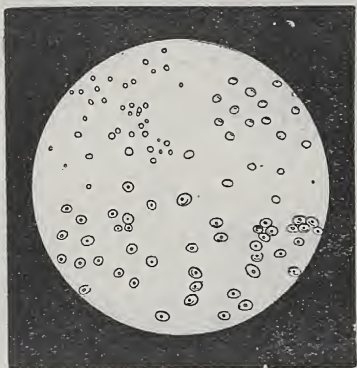



Fig. 57. — Infusori elementari. Monadi.

Fig. 58. — Infusori elementari. Volvoci

in una interpretazione ristretta e mal diretta dal sentimento religioso. Per lo spirito che sa comprenderlo, il progresso degli esseri, dal minerale fino all'uomo, è il più sublime dei poemi, e la nobiltà di siffatta origine, che dall'argilla si eleva fino all'angelo, è incomparabilmente più altiera e più degna di rispetto della caduta e decadenza di tutti gli esseri, che sarebbero stati creati separatamente e perfetti, dalla mano stessa di un dio umano, e in coppie adulte, a cui sarebbe stato immediatamente intimato l'ordine di riprodursi. Quest'origine miracolosa non esplica d'altronde nulla, nè gl'istinti, nè l'eredità, nè le variazioni osservate, nè le filiazioni, nè le parentele, nè le soste nello sviluppo, nè gli organi atrofizzati, e si atteggia in contraddizione formale con tutto quanto l'insegnamento della natura. Ma noi diciamo, per di più, che la dottrina scientifica, testè esposta, non è combattuta che da uomini di corto intelletto e retrogradi, che non si appoggiano neppure sulle tradizioni di cui si pretendono difensori. E, invero, è solo da poco tempo che la Chiesa con-

danna l'ipotesi d'una generazione spontanea primitiva. La scolastica cristiana, con san Tomaso d'Aquino alla testa, credeva alla generazione spontanea, e su di una scala ben altrimenti vasta. D'altra parte la Bibbia non parla diversamente. Ascoltiamola.

« Dio disse: *Che la terra produca* erba verde che porti la sua semente, e alberi fruttiferi che portino ognuno il frutto secondo la sua specie, e che contengano le sementi loro in sè stessi, affine di riprodursi sulla terra. E ciò avvenne così *(Genesi, I, 11)*.

« Dio disse ancora: *Che le acque producano* animali viventi che nuotino nell'acqua *(Id., I, 20)*.

« Dio disse inoltre: *Che la terra produca* animali viventi, ognuno secondo la specie sua, e animali rettili e bestie selvaggie. E ciò avvenne così *(Id., I, 24)* » (1).

A coloro dunque che pretendono servire la causa della Chiesa, gettando l'anatema sugli sforzi laboriosi degli scienziati che pervengono a risalire alle origini tanto cercate, noi consiglieremo di studiare dapprima un po' più seriamente la storia delle loro stesse dottrine, e di ricordarsi che essi avrebbero forse fatto meglio di tacere il giorno in cui, a proposito di Galileo, hanno dichiarata *eretica* la credenza del moto della terra.

---

(1) Anche il vescovo e dottore della chiesa Sant'Ambrogio, negli inni sull'opera della creazione, consacrati da ben quattordici secoli dalla chiesa cattolica e cantati ancor oggi nell grandi solennità, aveva intuito il regno delle alghe secondo i principî darwiniani .

Nei giambici pel quinto giorno, così infatti canta questo antico ed elevato poeta:

Magnæ Deus potentiæ
Qui ex aquis ortum genus,
Partim remittis gurgiti,
Partim levas in aëra;
Demersa lymphis imprimens,
Subvecta cœlis erigens
Ut stirpe ab una prodita
Diversa rapiant loca.

« O Dio della Gran potenza, che i nati nelle acque feconde in parte abbandoni nei gorghi in parte sollevi nell'aria, le cose sommerse affondando nelle acque, e le emerse elevando nei cieli affinchè colla stirpe, generata da un sol ceppo, invadano i diversi luoghi. »

Nota del Trad.

CAPITOLO III

SVILUPPO E PROGRESSIONE DELLA VITA.

Mercè i considerevoli lavori effettuati in questi ultimi tempi dalle scienze biologiche, noi siamo giunti, riunendo e comparando tutte queste conquiste scientifiche, che si completano le une mediante le altre, a sollevare un lembo del velo che nascondeva il mistero sepolto da tanti secoli sotto i segreti in apparenza impenetrabili, della natura: noi abbiamo testè assistito alla formazione naturale delle prime sostanze organiche, derivanti dalla combinazione delle sostanze chimiche anteriori, le quali provenivano esse stesse da associazioni fisiche e meccaniche di molecole; e abbiamo seguito col pensiero la metamorfosi graduale della nebulosa terrestre, dallo stato gasoso, trasparente, per così dire imponderabile, dalla sua origine primordiale, fino all'edificazione atomica delle molecole dei corpi reputati semplici, fino all'affinità, alle combinazioni svariate, alle trasformazioni di forza e materia, fino alla culla della vita, e fino ai primi organismi, piante e animali.

Questa prima sostanza organica, una volta formata, non rimarrà sterile. Obbedendo alla legge del progresso, essa subirà perfino delle trasformazioni che avranno per effetto lo sviluppo graduale della vita, la varietà delle forme organizzate, il perfezionamento degli esseri. Fisiologi distinti, e Flourens alla loro testa, hanno creduto e insegnato che la quantità di vita sul globo fosse una quantità costante (1). È questo

(1) « Studio la vita negli esseri viventi, e vi trovo due cose: la prima che il numero delle specie va sempre diminuendo dacchè vi hanno animali sul globo, e la seconda che il numero degli individui, in certe specie, va sempre, per contrario, crescendo; dimodochè, tenendo conto di tutto, il totale della quantità degli esseri viventi rimane sempre press'a poco lo stesso. » *Della longevità umana, e della quantità di vita sul globo*, di P. FLOURENS, membro dell'Accademia Francese, segretario perpetuo dell'Accademia delle Scienze, professore al Museo, ecc., ecc., 1856, pag. 104. Questa affermazione è un errore; il numero delle specie è andato aumentando dall'origine prima della vita, e la quantità di vita è in aumento.

un grave errore. All'origine della vita non vi era alcuna varietà negli esseri, alcuna specie differente da un'altra. Il numero delle specie si è accresciuto di secolo in secolo mediante differenziazioni nelle forme organizzate, e il numero degli esseri viventi è andato accrescendosi di generazione in generazione. Fin dalla prima creazione del protoplasma, la quantità di vita, il numero e la varietà degli esseri viventi sono andati aumentando, seguendo una progressione irregolare ma costante.

Che è *la vita?*

Le definizioni non mancano. Ma assai sovente non dicono più di quanto indichi la parola stessa. *La vita è il contrario della morte*, leggesi nell'Enciclopedia. Veramente, era inutile che Diderot e D'Alembert associassero i loro genî per venire a questo genere di parole. — *La vita è un principio interiore d'azione*, secondo Kant: e lo è senza dubbio, ma questa definizione non ci apprende gran che. — Tutti conoscono la famosa definizione di Bichat: *La vita è il complesso delle funzioni che resistono alla morte*. Per essere egli uno dei creatori dell'astronomia, è questa definizione una concezione per lo meno singolare, poichè conclude col dire che le funzioni e le proprietà dei corpi viventi sono in antagonismo perpetuo colle proprietà fisiche e chimiche ordinarie, ciò che è diametralmente il contrario della verità. Così Claudio Bernard, constatando che le dottrine vitaliste soccombettero per l'errore essenziale del loro principio di dualismo e d'antagonismo fra la natura vivente e l'inorganica, prese cura d'aggiungervi le osservazioni seguenti: « Se noi volessimo esprimere che tutte le funzioni vitali sono la conseguenza necessaria d'una combustione organica, diremmo: *la vita è la morte*, la distruzione dei tessuti. Se, al contrario, volessimo insistere su questo secondo aspetto del fenomeno della nutrizione, che cioè la vita non si mantiene che alla condizione di una costante rigenerazione dei tessuti, noi considereremmo la vita come una creazione eseguita a mezzo di un atto plastico e rigeneratore opposto alle manifestazioni vitali. Infine, quando ci prefiggessimo di abbracciare le due faccie del fenomeno, l'organizzazione e la disorganizzazione ci avvicineremmo alla definizione data da Blainville: « La vita è un doppio movimento interno di decomposizione, generale e continuo nel tempo stesso » (1).

Tutte queste definizioni non ci soddisfano. Tenteremo noi di darne un'altra? Là dove tante intelligenze superiori hanno fallito, il tentativo sarebbe indubbiamente temerario, e, dopo tutto, la parola *vita* è uno di quei termini assiomatici che portano la loro spiegazione in sè stessi, e che nessuna definizione saprebbe rendere più chiari quanto nol siano essi stessi. Tuttavia, se ognuno concepisce senza spiegazione la differenza che separa un essere vivo da un essere morto, un essere organizzato da un

(1) Claudio Bernard. *La scienza esperimentale*, Parigi, 1878, pag. 199.

essere inorganico, non è meno desiderabile di sapere in che consiste la vita considerata in sè stessa.

La vita è una forza che regge la sostanza secondo una costituzione ed una forma determinata dal germe. L'essere vivente è un edificio che si rinnovella senza posa, e la cui durata è limitata dall'impulsione evolutiva del germe e dal sostentamento necessario per la nutrizione. La vita si rinnovella mediante la generazione.

Dal giorno in cui il primo grumo di protoplasma s'è formato, la vita ha *aggiunto qualche cosa* alla Terra, qualche cosa che non si pesa, senza dubbio, qualche cosa di imponderabile, ma infine un elemento nuovo, una nuova forma di attività, un valore che il pianeta non possedeva ancora: la vita, la sensibilità, e più tardi il pensiero. Indi il perfezionamento della vita ha senza tregua continuato ad aggiungere qualche cosa alla natura. L'influenza della luce e la formazione del nervo ottico; l'influenza del suono e la formazione del nervo uditivo; il lento sviluppo dei cinque sensi; la formazione e lo sviluppo del sistema nervoso; il sorgere delle prime impressioni avvertite; la coscienza dell'io dapprima vaga e oscura, più tardi e gradatamente meglio definita; la impressionabilità, il pensiero, la memoria, furono altrettante acquisizioni lente e progressive dell'essere vivente. Tutto ciò non esisteva sul nostro pianeta prima dell'inizio della vita. Tutto ciò esiste in oggi. È ben questa dunque, che noi scriviamo, la storia d'una creazione continuata.

Gli scienziati che, seguendo l'esempio di Hæckel credono la vita non altro che una funzione meccanica, un modo particolare di movimento appartenente all'ordine fisico e chimico, s'ingannano. La proprietà evolutiva dell'uovo, che produrrà un mammifero, un uccello o un pesce, non è pertinente nè alla fisica nè alla chimica. L'attività direttrice della pianta e dell'animale, che assimilano al corpo vivente le molecole d'aria, d'acqua, di carbonio, ecc., tolte al mezzo esteriore, che le disassimila e le respinge da sè, che mantiene l'organismo nella sua forza e nella sua bellezza, non appartiene certo maggiormente alla meccanica, che alla fisica o alla chimica, per quanto i fenomeni vitali appartengano completamente a tali leggi e siano retti da esse. Vi è qualche cosa di più.

Pertanto noi ci faremo lecito di non ammettere, coll'eminente fisiologo Claudio Bernard, che la « forza metafisica evolutiva, mediante la quale noi possiamo caratterizzare la vita, sia inutile alla scienza, perchè essendo al di fuori delle forze fisiche, non può esercitare alcuna influenza su di esse » nè che occorra « separare il mondo metafisico dal mondo fisico fenomenale che gli serve di base (1) ». Noi pensiamo che la vita non è già una forza metafisica, di cui la scienza dell'avvenire determinerà in modo sicuro la formola. Descartes e Leibnitz, considerando gli

(1) Claudio Bernard. *La Scienza esperimentale*, pag. 211. — Id. pag. 427.

Fig. 60. — Ascensione della vita.

animali come automi, e le anime come entità divine compiutamente estranee ai corpi, non hanno certamente divinato il progresso oggidì già acquisito nella conoscenza delle origini della vita.

La forza che fa vivere la pianta, l'animale, l'uomo, è una trasformazione (ai nostri occhi una epurazione, un mondo superiore) delle forze naturali, chimiche e fisiche, in attività nel mondo inorganico. Dopo Lavoisier, l'antica finzione della vita paragonata ad una fiamma che brilla e si estingue, ha cessato d'essere una metafora per divenire una realtà. Sono identicamente le stesse combinazioni chimiche che alimentano il fuoco nella natura inorganica e la vita nella natura organica, è l'azione dell'ossigeno. Ma, come non è l'acido di una pila elettrica, o le proprietà del rame e dello zinco che fanno sì che un orologio elettrico indichi le ore, così « la materia non è dessa che genera i fenomeni manifestati dalla vita; essa ne è il substratum, e non fa che dare ai fenomeni le loro *condizioni* di manifestazione ».

Le combinazioni chimiche e le affinità delle molecole fra di loro sono nate dopo il periodo puramente meccanico della genesi terrestre, e sono derivate dalle condizioni attraverso le quali la materia e le forze erano appena passate. Esse avevano già aggiunto qualche cosa — e molto anzi — al mondo bruto dell'età primordiale. Le prime formazioni organiche del protoplasma, derivate a loro volta dalle combinazioni chimiche anteriori, hanno dato principio alla vita. Non vi erano allora nè anima, nè pensiero. Il pensiero, negli animali inferiori, negli insetti, per esempio, od anche nei primi vertebrati, pesci e rettili, è stato incontrastabilmente il prodotto naturale dello sviluppo dei sensi e delle loro percezioni. Per qual motivo creeremo noi in prevenzione anime straniere ai corpi, e delle quali non abbiamo alcun bisogno per l'esplicazione delle cose, fino a che l'umanità non è apparsa? Ed anche liberata una volta l'umanità della sua crisalide animale, per qual motivo creeremo noi così issofatto anime immortali che non saprebbero che fare della loro immortalità?

Si vede dunque come la nostra concezione attuale della natura deve essere differente affatto da quelle che erano sorte fin qui da una cognizione meno approfondita delle opere della natura stessa. La vita ebbe principio da una semplice sostanza chimica, appena impregnata di ciò che noi chiamiamo oggidì le proprietà vitali, e il germe, la causa produttrice di questi organi produttivi, non fu altra cosa che una felice riunione d'elementi combinati, per determinare questo nuovo modo di attività dell'opera della creazione. Allo stesso modo che l'elettricità vien prodotta dagli elementi di una pila preparata, la forza vitale è nata del pari spontaneamente dal gran laboratorio della natura. Il protoplasma subisce alla sua volta influenze che lo eleveranno gradatamente al di sopra della sua umile origine. Mercè la facoltà sua di nutrirsi, esso si sviluppa e si fraziona, e fu questo il primo modo di generazione. Esso

non merita ancora neppure il titolo di pianta; ma vive alla perfine, rinnova il suo tessuto, e si riproduce.

Questa gelatina vivente, questo albuminoide, questo composto gelatinoso di carbonio, d'idrogeno, di azoto e di ossigeno s'impregnerà bentosto d'altre sostanze minerali, di solfo, di fosforo, di sale, di ferro, e si modificherà nella sua forma e nei suoi modi di muoversi. Così il protoplasma, suddividendosi in individui differenti gli uni dagli altri, darà vita ai moneri, ai radiolari, ai foraminiferi, ai primi vegetali crittogamici, ai myoxomiceti, ai funghi, alle spugne, alle alghe, ecc., ecc.

Noi abbiamo fatto conoscenza colle diverse specie di moneri già studiati mercè i progressi così rapidi della scienza contemporanea, e abbiamo veduto che si distinguono già fra di loro diverse specie, quali la monera di Villafranca (la prima scoperta) alla quale fu dato il nome di *protogenes primordialis* (la sua forma è semplicemente sferica, e la sua grossezza è di un millimetro di diametro in media), la *protomoeba* primitiva che parrebbe ancor più semplice, che non ha forma alcuna definitiva, e la cambia senza posa, e che non oltrepassa guari alcuni centesimi di millimetro, il *bathybius Hæckelii*, scoperto nelle profondità del mare, il *myxodictyum sociale* di cui noi riproducemmo più sopra (fig. 55, pag. 121) le associazioni coloniali, la *monobia confluens*, analoga alla precedente, ma meno ricca come numero d'individui associati e come dimensioni d'individui, la *Hæcklina gigantea*, che offre l'aspetto di stelle con più branchie e raggiunge talvolta un centimetro di diametro: i *vampirilla* e i *protomonas*, che vivono sulle conferve e sulle alghe, la *protomyxa*, che si trova in gran quantità sulle conchiglie gettate dal mare lungo le rive, ecc., ecc. Tutti questi esseri primitivi si riproducono ordinariamente per frazionamento dei loro corpi in due parti eguali; tuttavia le tre ultime specie, che noi abbiamo menzionato or ora, si comportano diversamente. Ad una certa epoca della loro esistenza, esse rattraggono i piccoli filamenti che servono loro ad un tempo di organi di locomozione e di prensione, i loro pseudopodi, e si trasformano in pallottoline. Lo stato esterno di queste pallottoline diviene più resistente di quello del protoplasma, e forma una specie d'inviluppo, nell'interno del quale il protoplasma si divide in un gran numero di masse globulose. È la creazione dei zoospori, ognuno dei quali diviene un mondo a sè; è l'origine di un secondo modo di generazione.

I microbî, di cui si parla tanto, da alcuni anni in ispecial modo, appaiono altro non essere, essi pure, che moneri. Essi rappresentano la vita rudimentale primitiva, nè vegetale nè animale, ma la vita disseminata all'infinito. Si crede di rinvenire in essi i primi entusiasmi della infanzia della forza vitale. Nessuno imagina, in generale, l'innumerevole quantità di esseri che pullulano ovunque nell'aria e nell'acqua. In media, ogni metro cubo dell'aria che si respira a Parigi ne racchiude da tre a quat-

tromila. Ma questi ultimi sono di creazione (o quanto meno di trasformazione) recente, poichè appartengono alle agglomerazioni umane come parassiti, e pullulano nei luoghi abitati per sparire in pieno mare e sulle montagne. La loro vitalità è prodigiosa, come lo è quella della maggior parte degli infusori. Un solo bacterio può, in ventiquattro ore, produrre

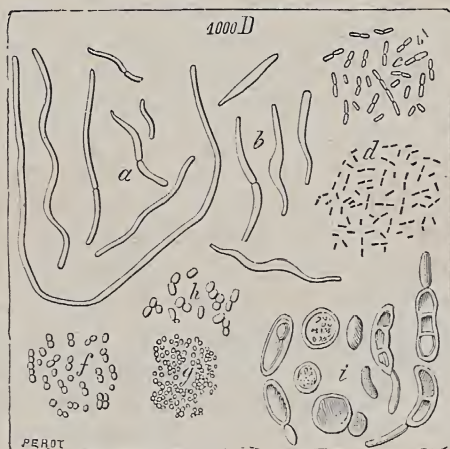



Fig. 61. — Microbî atmosferici, ingranditi 1000 volte in diametro.
a, *b*. Vibrioni; *c*, *d*. Bacterî; *f*, *g*, *h*. Micrococchi diversi; *i*. Torule di varia forma.

sedici milioni cinquecentomila bacteri! Certi infusori non possono, per così dire, morire. Spallanzani ha risuscitato, umettandoli, alcuni rotiferi disseccati da trent'anni! (1).

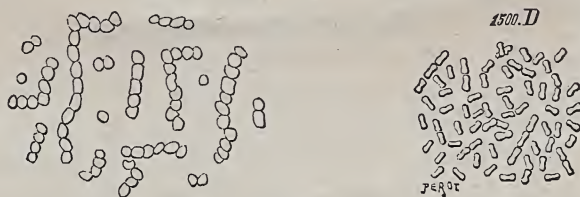



Fig. 62. — 1. I bacilli sotto forma di micrococco, ingranditi 1000 volte in diametro.
2. Bacterio comune, ingrandito 1500 volte in diametro.

La formazione dell'albero genealogico del regno animale, non meno di quella dell'albero genealogico del vero regno vegetale, è stata lunga e lenta. « Occorsero molti perfezionamenti invero, scrive il professore Edmondo Perrier, nella sua importante opera sulle *Colonie animali*, prima

(1) Noi riproduciamo qui sopra (fig. 61), le forme più diffuse di questi esseri microscopici in sospensione nell'aria, secondo le osservazioni fatte dal dottor Miquel all'Osservatorio di Montsouris. Sono per l'appunto organismi elementari analoghi a quelli che hanno dovuto apparire alla superficie della Terra fin dalle origini della vita. Il loro numero è considerevole nei luoghi abitati. Non ve ne ha quasi nessuno in pieno mare e sulle sommità delle montagne;

che certi moneri, conservanti durante tutta la loro vita la membrana d'inviluppo che protegge temporaneamente il protoplasma di alcuni fra di essi, sieno divenuti capaci di domandare direttamente all'aria ed all'acqua, più o meno cariche di materie minerali, gli elementi della loro costituzione. È in quel giorno che il regno vegetale ha fatto la sua apparizione sulla terra. Non diversamente, nè più in là del regno animale, esso non s'è formato subitamente; per molto tempo i moneri sono stati i soli abitanti di questo globo, ed è da essi che sono usciti lentamente, sviluppandosi simultaneamente, l'uno accanto all'altro, gli esseri che do-

Fig. 63, *a*. — Diverse forme di diatomee.

vevano più tardi coprire il suolo del suo verde mantello, o dare alle praterie e alle foreste i loro innumerevoli abitanti. »

---

esso aumenta rapidamente nelle città popolose, come ognuno può rendersene conto dalla curiosa statistica seguente:

Numero dei bacterî riscontrati in un metro cubo d'aria.

Nelle montagne	1 a 10
Sommità del Pantheon a Parigi	200
Parco di Montsouris	500
Aria della strada di Rivoli	3480
Aria delle case nuove di Parigi	4500
Aria del laboratorio	7420
Aria delle vecchie case di Parigi	36 000
Aria del nuovo Ospedale di Parigi	40 000
Aria dell'Ospedale della Pietà	79 000

I vegetali non sono stati gli antenati degli animali. Sono essi due mondi distinti l'uno dall'altro, benchè aventi la medesima origine. Vi era la possibilità che gli animali esistessero soli, ciò che si sarebbe verificato se nessun organismo primitivo si fosse fissato sul suolo. Poteva avvenire parimenti che i vegetali esistessero soli, ciò che si sarebbe verificato se tutti gli organismi primitivi si fossero formati dal suolo, sia all'aria libera, sia in fondo alle acque. Avrebbe potuto succedere altresì che il regno animale, e insieme con esso il regno vegetale, prendessero modi di sviluppo differenti affatto da quelli che assunsero, ciò che sarebbe avvenuto qualora le condizioni organiche del pianeta, elementi chi-

Fig. 63, b. — Diverse forme di diatomee.

mici, calore, legge di gravità, densità, luce, ecc., fossero stati differenti da quelle che esse sono ora. E in qual modo imaginarle? Imagineremo noi alberi e frutti, e fiori, se non vi fosse regno vegetale sul nostro pianeta?

Ciò che deve colpirci forse maggiormente nello studio dei primi esseri organizzati che si siano formati sul nostro pianeta, è la loro estrema tenuità: la maggior parte d'essi sono microscopici. Le prime esplicazioni della forza vitale sono state umilissime sotto tutti gli aspetti, quasichè la natura non avesse potuto far dapprima le sue prove che in piccole proporzioni, quasichè essa non avesse osato slanciarsi tutto ad un tratto troppo lungi dal regno inorganico. Minerva non è uscita armata in pieno assetto dalla testa di Giove. Ma se questi individui non sono grandi, essi

sono numerosi, o per meglio dire, innumerevoli. Certi terreni sono per intiero formati da fossili microscopici di questi esseri antichi, di cui un gran numero di specie ebbe ad attraversare le varie epoche fino a noi. Ehrenberg ha trovato in un centimetro cubo di creta più di cinquecentomila mummie di foraminiferi; Max Schultze valutò il numero di questi scheletri contenuti in 30 grammi di sabbia del porto di Gaeta ad un milione e mezzo. Ora, essi si sono accumulati in tal quantità da formare vere montagne. Isole intiere, per esempio le Barbadi, ne sono pressochè esclusivamente composte. La creta è formata da residui di protozoari e di microfiti, animali e piante microscopiche; si ha un bel schiacciarli, il

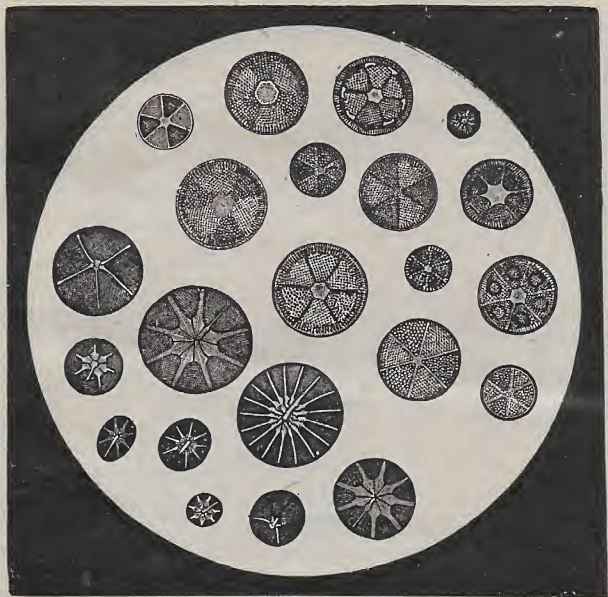



Fig. 63, c. — Diverse forme di diatomee.

pestello è troppo grossolano per colpire questi infinitamente piccoli. Fino dall'anno 1742, Ehrenberg esaminando al microscopio un frammento della superficie spalmata di creta, d'una carta da visita lucida, che non misurava più di mezzo milione quadrato, e ingrandendolo duecento volte circa, vi scopriva il mosaico che noi riproduciamo (fig. 65). I foraminiferi, le diatomee, le galionelle, i bacillari, sono ammonticchiati a miriadi di miriadi, nei terreni calcarei e silicei, a un punto tale, secondo Ehrenberg, che un pollice cubo può contenerne perfino quaranta milioni. Le diatomee, le cui forme sono così eleganti (figg. 63 *a*, *b*, *c* e 64), sono i gusci silicei delle piante elementari, e di alghe che abbondano nei terreni antichi, ed esistono ancor oggi nei mari attuali. Le loro specie sono numerosissime, come si può rendersene conto dalla diversità delle forme ri-

prodotte. In esse, le molecole si aggruppano ancora *geometricamente come nei prodotti chimici.*

I foraminiferi, così chiamati perchè i loro gusci silicei sono crivellati di fori: i radiolari, che portano raggi, spine e cigli d'ogni intorno ad essi a somiglianza dei moneri, formati unicamente di protoplasma, e i loro scheletri minuscoli, sono costituiti di silice, come il cristallo di rocca, nè più nè meno. Dujardin aveva dato loro il nome di rizopodi, perchè i cigli, che servono ad essi da piedi, rassomigliano a radici. Questi filamenti organici arrestano, mediante il semplice loro contatto, al par di quelli dei moneri e degli ameboidei, gli infusori o i piccoli crostacei che galleg-

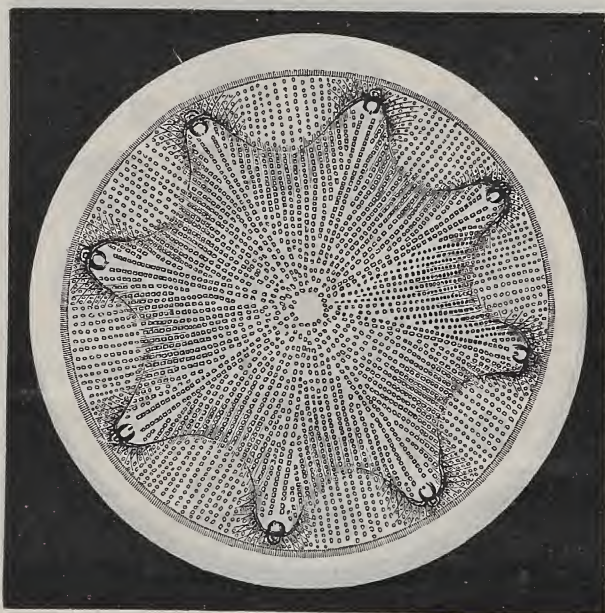



Fig. 64. — Diatomea (gr. = 400 diametri).

giano intorno ad essi, li afferrano, li avviluppano della loro rete mucilagginosa, li dissolvono e se ne fanno nutrimento. I foraminiferi sono microscopici; i radiolari raggiungono talvolta la grossezza di una capocchia di spillo. I primi tolgono la silice all'acqua in cui vivono; i secondi segregano carbonato di calce. Sì gli uni che gli altri continuano a vivere ai giorni nostri nelle profondità del mare. Questi esseri primitivi non sono intieramente usciti fuori dal mondo inorganico. Il carbonato di calce si cristallizza, presso i radiolari, secondo forme geometriche, agitate e sconvolte dall'influenza chimica del protoplasma albuminoide; ma infine *secondo forme geometriche*, come la neve, come il ghiaccio, come i cristalli, ecc. Foraminiferi e radiolari, rivestono delle migliaia, delle miriadi di forme differenti. Essi *non hanno sesso*, e si riproducono per

barbatelle come molti vegetali. Sembra che non abbiano avuto in essi alcun elemento di progresso, nè rivalità, nè lotte per la vita, giacchè hanno attraversato i secoli senza cangiar molto, e non furono stipite di specie più perfette.

Questi piccoli esseri meritano già il titolo d'animali. Gli ameboidei, con cui abbiamo già fatto conoscenza più sopra, i quali non sono che protoplasma condensato in nucleo, e si riproducono mediante una semplice divisione in due parti, non meritavano questo titolo, nè maggiormente quello di vegetali. Un primo progresso avviene quando il protoplasma si fa atto a secernere un inviluppo membranaceo, in seno al quale si divide in maniera di dar vita ai zoospori più o meno numerosi. Se l'inviluppo è di natura albuminoide, l'organismo che l'ha prodotto si

Fig. 65. — Conchiglie della creta prese da una carta di visita lucida (Ehrenberg, 1742).

accosta al regno animale; se, per contrario, è della natura della cellulosa, l'organismo tende ad avvicinarsi al regno vegetale. Le sostanze albuminoidi sono sempre più o meno flessibili, la cellulosa è resistente: ne viene da ciò che i movimenti del protoplasma potranno ancora manifestarsi all'esterno nel primo caso; e cesseranno dall'essere apparenti nel secondo. Ecco il perchè tutti gli animali sono capaci di muoversi, mentre i vegetali sono per la massima parte immobili durante tutta la loro vita (1).

Anteriormente a questo progresso, gli organismi non erano, nè animali, nè vegetali, benchè fossero già più complicati dei moneri e degli ameboidei. Ne rimangono oggi ancora numerosi discendenti, che ognuno di noi può studiare. Gli infusori flagelliferi, così chiamati perchè, in ge-

(1) Edmondo Perrier. *Le Colonie animali.*

nerale, portano una sorta di sferza alle loro estremità, appartengono a questi esseri intermedi, a questi *protisti*, che non sono nè l'uno nè l'altro. Essi prendono ogni sorta di forma. Gli uni (fig. 66, n. 1), sono ovoidi e rossatri: gli altri (n. 2), appaiono appiattiti in forma di foglie; altri (n. 3), sono allungati in forma di bastoncini; altri ancora (n. 4), vivono in guaine, ramificate in colonie arborescenti. Molti organismi di questo

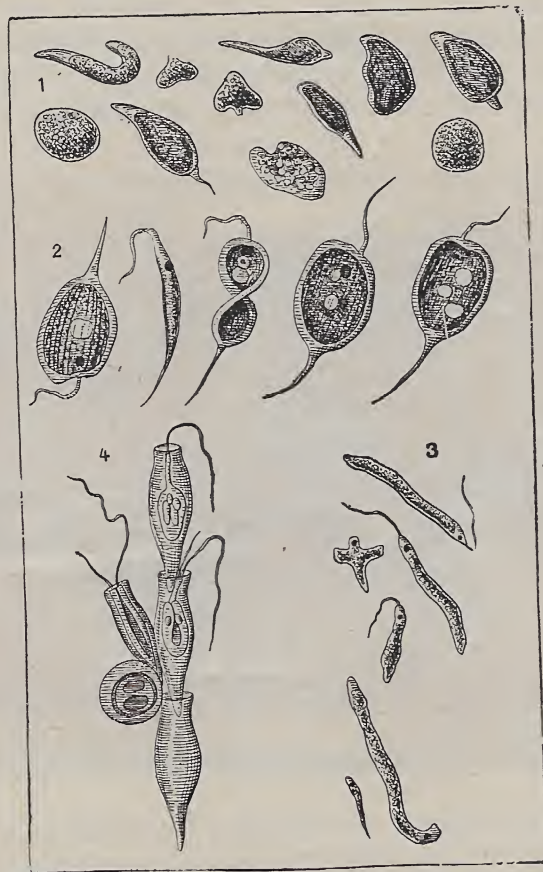



Fig. 66. — Protisti (intermediari tra gli animali e i vegetali).
Infusori flagelliferi secondo Perrier. — 1. Astasie. — 2. Phacus. — 3. Euglene. — 4. Dinobryon sertularia.

gruppo contribuiscono alla colorazione rossa che presenta talvolta la pioggia o la neve, colorazione attribuita in passato al sangue dalla superstizione del popolo atterrito. Se ne incontrano spesso nelle sostanze amidacee, nel pane; ed altre volte, allorchè si vedevano apparire queste macchie rosse sulle ostie, le si attribuivano a manifestazioni della collera divina.

A questa stessa classe d'esseri intermediari appartiene la *magosphæra*

planula, scoperta nel 1869 da Hæckel nel mare del Nord. È una piccola sfera composta di trentadue piramidi riunite alle loro sommità (figura 67; il n. 2 mostra una sezione che passa attraverso il centro). Col sussidio dei cigli vibrattili essa nuota girando, come il volvoce.

A un dato momento la sfera si disaggrega, le cellule messe in libertà se ne vanno, rivestendo forme e grandezze svariate (n. 3, 4 e 5), poi esse prendono la forma sferica, e rassomigliano a piccole uova (n. 6). Queste uova non hanno bisogno d'essere fecondate. Ognuna di esse si suddivide

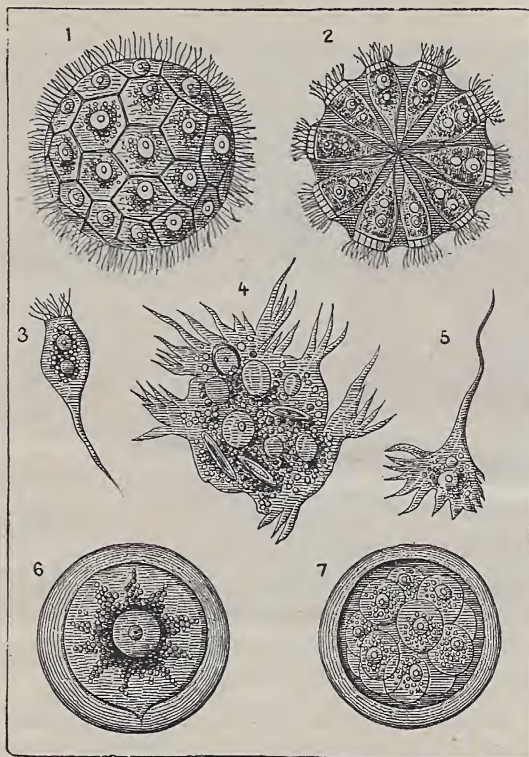



Fig. 67. — Protisti, esseri intermediari (La magosphæra planula).

in 2, 4, 8, 16 e 32 cellule (n. 7) e riproduce un organismo analogo a quello da cui è uscito. E così via.

Questi organismi non sono *nè vegetali, nè animali*, benchè composti degli stessi materiali: essi non hanno alcuno dei caratteri distintivi dell'uno e dell'altro regno. Allo stesso ordine di esseri primitivi appartengono altresì i myxomyceti conosciuti sotto il nome di « funghi delle concerie » o « fiori del tannino » che si sviluppano con abbondanza nell'estate, sugli ammassi di scheggie di quercia o di faggio. Sono masse mucose, di color aranciato, che emettono dei prolungamenti analoghi ai pseudo-

podi degli ameboidei, si riuniscono ed offrono un aspetto che ricorda quello del *bathybius* (fig. 56, p. 123), possono cambiar posto e si nutrono assorbendo materie estranee. Sono essi senza dubbio gli antenati dei funghi, i quali sono già essi stessi vegetali (benchè assai elementari).

La *noctiluca miliaria* e il *peridinium,* ai quali è dovuta in gran parte la fosforescenza del mare, sono anch'essi organismi elementari, nè molluschi, nè piante. Tutti coloro che hanno passato un mese di vacanza, in estate, sulle rive dell'Oceano, conoscono questo bel fenomeno. È sopratutto dopo le giornate calde e burrascose che esso è assai intenso. L'acqua del mare è come impregnata di questi organismi microscopici. In trenta centimetri cubi d'acqua si contarono fino 25 000 *noctiluche.* In quelle ore d'afa, principalmente sul passaggio delle barche e dei bastimenti, il mare si illumina di tutti questi fuochi. Durante la notte si crede vedere una naiade scivolar sull'onde (fig. 69), e farne scaturire la fosforescenza. Questo protista non è, in certo modo, che un globulo di gelatina trasparente. Basta agitar l'acqua per vederne scaturire miriadi di scintille: immergendo le braccia in un secchio d'acqua di mare si scorge questo leggier fuoco scorrere in dolci fremiti lungo la carne; e noi stessi ne abbiamo fatto sovente l'esperienza sulle coste di Francia, e specialmente a Pornichet, al Croisig, a Guérande, ecc.

Fig. 68. — La noctiluca miliaria.

Sono quelli dei veri zoofiti, animali-piante, per dir meglio *protisti,* nè animali nè piante; i primi tentativi della natura anelante alle facoltà future della vita.

Più in là di questi organismi stanno le spugne, che ondeggiano ancora sul confine dei due regni, stanno attaccate al suolo marino come piante, ma si nutrono a guisa degli animali. La spugna è una società d'ameboidei e d'infusori flagelliformi, che perdono la loro individualità per fondersi nella massa comune. Questa vive, è soggetta ad impressioni, può restringersi e dilatarsi, riceve l'acqua che la nutre, la fa passare attraverso il suo corpo e la spinge fuori. È come un'urna traforata da forellini, attraverso i quali l'acqua circolerebbe senza posa, un tessuto muoventesi che ha già una certa individualità oscura. Essa si riproduce da sè stessa, dà origine a cellule ameboidee (come nella *magosphæra)* le quali galleggiano nell'acqua e vanno ad aggrapparsi a qualche asprezza del suolo per fornire una nuova spugna. Tuttavia *non vi è ancora fin qui generazione sessuale,* nè conseguentemente caratteri definitivi di specie.

Questi caratteri compaiono dapprima nelle idre, insieme ad un notevole sviluppo della forza vitale (1). Qui l'individualità è assai più spiccata che non negli organismi precedenti. Le idre, o polipi d'acqua dolce, si rinvengono nelle pozze d'acqua; esse hanno la forma generale d'un piccolo cornetto, la cui estremità appuntata sarebbe munita di una specie di ventosa, che permette all'animale di star saldo sui legni, sulle piante o corpi sommersi; l'apparato del cornetto è provvisto di piccoli bracci o tentacoli. *Il nutrimento che il polipo assorbe entra ed esce da questa*

Fig. 69. — Si crederebbe ravvisare una naiade sulle acque, e farne scaturire la fosforescenza.

stessa apertura. Per cangiar posto, l'animale curva il suo corpo a guisa d'arco (come certi bachi), applica la bocca contro l'oggetto sul quale

(1) Questi piccoli esseri sono assai voraci e terribili pei loro vicini d'ugual complessione. Nelle vescicole che formano una rigonfiatura sulla superficie delle braccia, e aperte in alto, si trovano degli ami a tre punte, diretti all'indietro e attaccati a un lungo filamento assai flessibile e attorcigliato a spirale: il polipo può, a voler suo, lanciare e ritirare questi ami, il cui numero è considerevole. Quando un infusorio arriva vicino all'idra che sta in agguato della sua preda, i tentacoli lo allacciano, gli ami gli si conficcano dentro, e lo trascinano nelle fauci del piccolo mostro. Nessun animale sulla terra, neppure fra le bestie feroci più terribili, è munito d'armi così pericolose quanto questo polipo pressochè impercettibile, la cui voracità e potenza digestiva sono egualmente senza esempio.

Si è potuto osservare, coll'aiuto del microscopio, che questi animaletti, dopo aver divorato la loro preda, ne rigettano, dopo alcuni minuti, i residui completamente sfigurati e spogli della loro sostanza nutritiva; talvolta essi inghiottono dei corpi più grandi di loro stessi; e si scorge allora l'apertura buccale, e poscia il cilindro cavo che costituisce il corpo del polipo, dilatarsi fino al triplo del volume ordinario; se l'animale divorato è formato da un gu-

s'appoggia, distacca il suo piede, lo riappressa verso la bocca, lo posa di bel nuovo un po' più lontano, e così di seguito (fig. 70). Talvolta egli va più presto mediante una serie di capitomboli consecutivi. È d'ordinario per spingersi verso la luce, che le idre amano assai, benchè non abbiano occhi, ch'esse eseguiscono siffatti movimenti; ma ciò si verifica anche per cercare la loro preda. Vi è dunque in tal fatto una personalità incontrastabile.

E nondimeno, quali esseri bizzarri! Si può per contro tagliarli a pezzi senza portare alcun nocumento alla loro vitalità; d'una sola idra se ne fanno così due, tre, quattro, cinque, dieci, che se la passeranno benissimo. Si può, d'altra parte, rovesciarle a guisa di un guanto senza nuocere in modo alcuno alla loro digestione: la superficie esterna del corpo diviene tutto d'un tratto stomaco. Si può anche saldarle insieme, innestarle come i rami d'un albero, ecc.

1 2 3 4 5

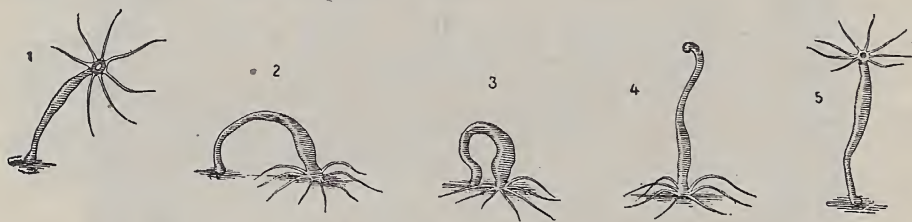



Fig. 70. — L'idra d'acqua dolce e il suo modo di locomozione.

« Dato che un'idra venga tagliata in due metà, nel senso della lunghezza, dice il signor Perrier, ognuna delle due metà non impiega più di ventiquattr'ore per riunirsi in modo da costituire un'idra nuova, capace di afferrare una preda e digerirla. Quando si taglia un'idra in senso trasversale, la metà anteriore si rifà un piede in due giorni, e la metà posteriore ha intanto già messo fuori nuove braccia. Se, invece di un sol colpo di forbici, se ne danno due, in modo di dividere l'idra in tre

---

scio calcareo, il succo dissolvente che è contenuto nello stomaco del polipo, lo rammollisce e lo fa digerire.

E notisi, osservazione curiosa! che questa potenza digestiva non si esercita che su corpi estranei e non mai su corpi degli stessi polipi. Un osservatore attento, il signor Trembley, ne raccolse la prova irrefragabile. Un polipo aveva inghiottito, insieme alla preda, uno dei suoi proprî tentacoli: orbene, dopo brevi istanti, mentre la preda si dissolveva nel corpo trasparente del polipo, il suo braccio uscì intatto dall'apparato buccale. L'olandese Harting racconta un tratto ancor più sorprendente a proposito della *invulnerabilità* dei polipi. Due di questi animalucoli si disputavano una preda: e nessuno dei due voleva cedere il campo: il più forte finì per *inghiottire il più debole e insieme ad esso la preda* a cui stava avviticchiato. Si crederà senza dubbio che l'uno e l'altro furono digeriti: niente affatto; il vincitore rigettò poco dopo i resti del suo pasto, e con essi uscì fuori sano e salvo l'altro polipo; egli s'aggirò qualche poco nell'acqua, come per darsi una ripulitina, poi riprese la sua caccia, e inghiottì alla sua volta animaletti più piccoli di lui, precisamente come se non avesse sofferto il benchè minimo accidente!

pezzi, non occorreranno più di otto giorni ad ognuna di queste terze parti d'idra per ridivenire un'idra completa. Si tenti pure di tagliare un'idra longitudinalmente in due metà, e poi di dividere ancora in senso trasversale ognuna di queste metà in due parti; l'idra è allora squartata; ma entro otto giorni ognuno dei frammenti ha ricostituito un polipo perfetto. Si può tagliar l'idra in un numero di rotelle sovrapposte, che non è limitato che dalla impossibilità di afferrare con pinzette un corpo troppo piccolo; orbene, ognuna di quelle rotelle rifà ancora un essere, alla sola condizione di attendere che le parti in via di ristaurazione, abbiano raggiunto una complessione sufficientemente considerevole. Trembley è riuscito a tagliare un'idra in cinquanta pezzi, ed a fabbricare così, a spese d'uno stesso individuo, cinquanta nuove idre! »

Si può anche, come noi osservavamo poco fa, rinversare questo strano animale senza mettere a repentaglio la sua vita. Nelle spugne, lo strato cellulare *interno*, l' entoderma, differisce essenzialmente dallo strato esterno, l'*esoderma*. « L'entoderma delle spugne, scrive ancora lo stesso autore, è formato di monadi flagelliferi; l'esordema è formato di amoebe, e queste due sorta d'elementi si distinguono già nella larva. L'entoderma e l'esoderma dell'idra si rassomigliano, pel contrario, in una maniera pressochè completa. Una delle più celebri esperienze di Trembley attesta in un modo indiscutibile a favore di questa loro intima analogia. Si può a piacer proprio, quante volte lo si desideri, fare dell'entoderma d'un'idra il suo esoderma, e viceversa. Basta per ciò di rinversare come il dito d'un guanto il doppio sacco che costituisce il polipo. Perchè l'animale continui a vivere, basta allora che il suo esoderma, che gli serviva di pelle, si metta a digerire gli alimenti; che il suo entoderma, che disimpegnava l'ufficio di mucosa digestiva, divenga, in senso opposto, la parte ad un tempo protettrice e sensibile del corpo. Quale scompiglio più completo si può apportare in un organismo? Parrebbe che l'idra dovesse morirne cento volte. Questo inversamento è tuttavia senza alcuna specie di gravità per questo strano animaletto. Durante alcune ore, il paziente sembra, a dir vero, mal a suo agio, e tenta fin anco degli sforzi coronati assai spesso dalla riescita, per ricuperare la sua posizione primitiva. Ma, se non vi riesce, egli fa assai presto buon viso a cattiva fortuna, e nel termine di due giorni al più, lo si vede stendere le sue braccia per pescare e mangiare copiosamente; esso pone riparo al tempo perduto. L'esoderma se la cava assai bene nelle sue nuove funzioni, e l'entoderma, divenuto pelle, non gli cede in nulla sotto questo rispetto. Nulla saprebbe provare con maggiore evidenza la identità primitiva di questi due tessuti della facilità con cui si trasformano l'uno nell'altro. »

Si può far inghiottire un polipo da un altro: ma l'inghiottito non vien con ciò digerito, e i due polipi non tardano a sbarazzarsi mutualmente l'un l'altro, e a viversela tranquillamente come se nulla fosse avvenuto.

Se tuttavia, prima di far inghiottire un polipo dall'altro, si ha avuto cura di rinversare quello che deve entrare nel corpo del suo confratello, le due superficie interne andranno a trovarsi a contatto: e allora esse si salderanno, e in capo ad alcuni giorni i due esseri non ne faranno più che uno, il quale vivrà come se nulla fosse stato!... Si vede con ciò quanto questi tessuti elementari primitivi si adattino ai cangiamenti di mezzo, e si trasformino. Le loro proprietà fisiologiche, la loro composi-

Fig. 71. — Idrari d'acqua dolce. — Colonia di Cordylophore lacustri, secondo Edmondo Perrier. (Si vede come i germogli animati si distacchino.)

zione chimica, la forma stessa degli elementi, che li compongono, si modificano più o meno profondamente, ed è questa una delle fonti più feconde di diversificazione del regno animale.

Le idre si riproducono per gemmazione; una piccola idra spunta sul corpo della prima, e vi si sviluppa, poi se ne distacca e vive separatamente. Talvolta alcune idre portano due, tre, quattro o cinque piccini a differenti gradi di sviluppo. Non vi sono ancora sessi: i piccoli spuntano secondo il nutrimento che il polipo ha assorbito, e secondo la elevazione della temperatura; è piuttosto un vegetale che non un animale.

Talora, in ispecial modo nelle specie marine, i polipai formano perfino dei veri cespugli arborescenti. Ma questi esseri tendono già ad elevarsi verso la generazione sessuale. Negli ultimi giorni dell'estate, si può osservare, fra l'altre, nelle *cordylophora* (fig. 71), un modo di riproduzione differente dal precedente. I giovani che spuntano, come noi dicemmo testè, in luogo di svilupparsi in individui, si trasformano in sacchetti sferici,

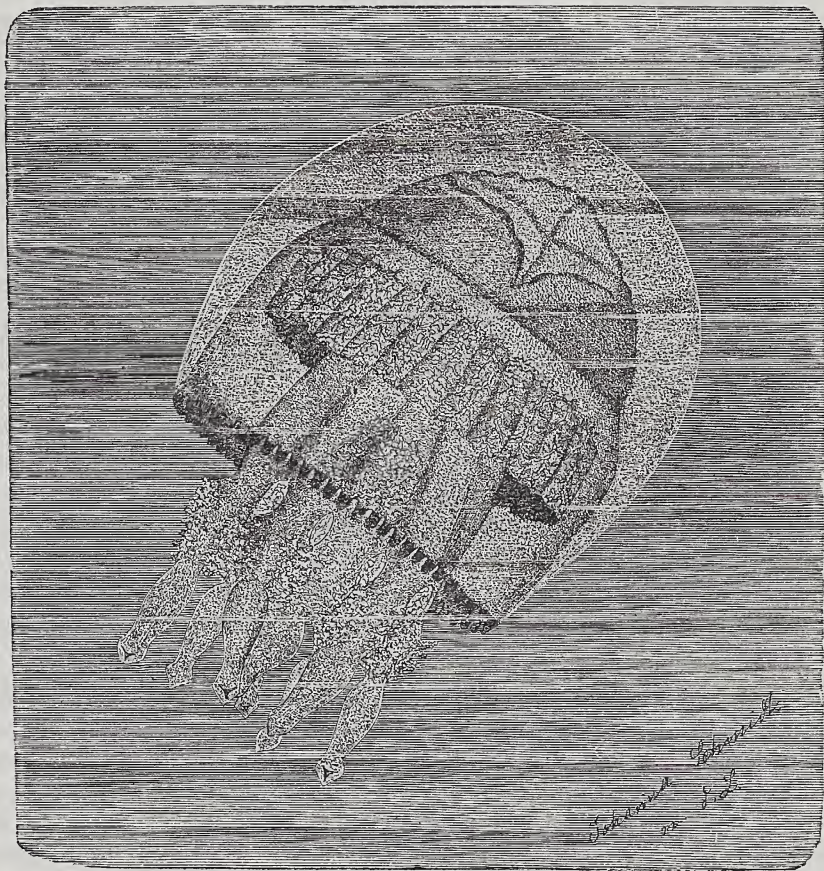



Fig. 72. — Esseri primitivi. — La medusa Rhizostoma.

di cui gli uni contengono delle piccole uova, e gli altri delle glandole mascoline. Questi organi sono individui modificati nelle viste della riproduzione. È un nuovo passo fatto dalla natura nelle sue manifestazioni vitali.

Questo progresso, questo incamminarsi verso la creazione dei sessi, serve di transizione, nell'albero genealogico di questi esseri primitivi, fra i polipi e le meduse, queste strane piastre gelatinose che ognuno di noi ha visto abbandonate dal riflusso del mare sulle rive o incontrate allo stato di emisferi galleggianti nelle acque (fig. 72). Durante lungo tempo, i na-

turalisti hanno tentato di scoprire il modo di nascita di questi molluschi, e li si erano accuratamente distinti dai polipi sotto il nome di *acalefi* (ακαληφη, ortica; i Greci le chiamavano così a cagione dei pizzicori prodotti dal loro contatto viscoso): ora, esse sono all'incontro le figlie dei polipi. Esse nascono da certi polipi, da *scyphistomi* (1), mediante una serie di trasformazioni bizzarre che si possono così riassumere: il polipo idrario, chiamato scifistoma abbastanza rassomigliante alle idre d'acqua dolce, si cambia in un altro polipo affatto differente, chiamato stròbilo: questi si trasforma in una specie di pila di tondetti cavi, e ognuno di questi ultimi si distacca, e non è altro che una medusa. Esse ingrandiscono, il loro ombrello s'allarga, si frangia e si complica di braccia e di filamenti. Pervenute all'età adulta, esse hanno uova e glandole, depongono le uova, e queste ultime danno vita a polipi idrari da cui usciranno delle nuove meduse. Non sono queste metamorfosi come negli insetti (i quali allora non esistevano); sono curiosi prodotti di generazione alternante e indecisa. Quali sono le cause di queste alternanze? Le idre nascono da uova feconde, le meduse nascono da idre senza fecondazione precedente, mediante una semplice segmentazione del corpo, per gemmazione e successivo distacco (fig. 73).

Tutte le meduse non si rassomigliano. Vi ha una moltitudine di forme differenti, e benchè sieno tutte collegate alle idre per l'origine loro, non nascono tutte all'egual maniera. Le piccole meduse in forma di campana non sono prodotte, come le grandi meduse in forma di fungo, mediante segmentazione di uno stròbilo; esse spuntano come fiori su idre in colonie arborescenti: altre nascono all'estremità dei rami, altre sotto forma di grappoli o di collari: pói se ne distaccano e galleggiano nelle acque. Non si crederebbe forse di ravvisare in esse delle piante marine, dei rami, dei bottoni e dei frutti? In qual modo non continuar loro il titolo di zoofiti? La medusa è all'idra ciò che il fiore è alla foglia; il suo ombrello è una corolla monopetala che è perfino stata polipetala nella sua gioventù. Allo stesso modo che il fiore è formato di foglie modificate che si sono aggruppate in raggi in dipendenza del loro riavvicinamento sull'asse che li porta, così del pari la medusa è formata di polipi idrari modificati, che hanno assunto una disposizione raggiata in seguito all'accorciamento della distanza che li separava in origine.

Non si crederebbe dunque, allorchè si guardano i polipi rappresentati a pag. 148 (fig. 74) che si hanno sott'occhi delle piante? Essi non offrono tuttavia verun altro rapporto coi vegetali, all'infuori della loro aderenza a un punto fisso al modo dei coralli.

---

(1) Vengono così chiamate le larve degli acalefi che, dallo stato di gastrula o di planula passano a quello di scifistoma quando intorno alla bocca, apertasi nell'estremità libera, si sviluppano dei tentacoli. *Nota del Trad.*

Queste piante-animali, di cui la forma e la natura stessa variano così completamente, secondo le condizioni d' alimentazione, di temperatura, d'esistenza, sono una grande lezione della natura. L'idra d'acqua dolce, abitualmente solitaria, fonda colonie allorchè la si colloca in un ambiente ricco sotto l'aspetto della nutrizione e della temperatura. « Quali argomenti più preziosi si potrebbero raccogliere in favore della mutabilità delle forme specifiche? I polipi idrari ci mostrano già come un organismo semplice può rivestire le forme più svariate, ridiscendere la scala

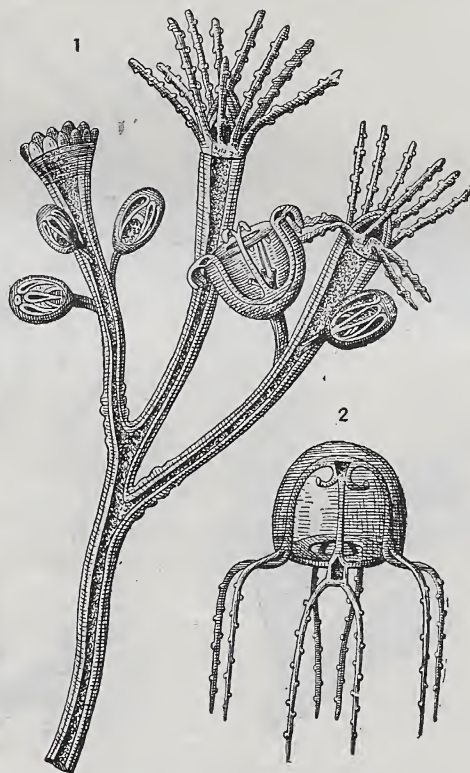



Fig. 73. — La formazione delle meduse (Colonia di Bougainvillier), secondo Perrier.
1. Il polipo madre porta delle meduse in diversi stadî di sviluppo. — 2. Medusa distaccata.

dell'organizzazione o risalirla; essi ci permettono, financo ai giorni nostri, di seguire passo a passo questa meravigliosa metamorfosi. (Edmondo Perrier. *Le Colonie animali.*) »

Lo stesso titolo d'animale-pianta può essere dato, e la stessa rivelazione latente può essere domandata al polipaio del corallo (fig. 75) che eleva in seno ai mari edifici di fiori brillanti, e segrega materiali di costruzione tali da poter asserire che isole intere sono esclusivamente formate dai loro banchi solidi e massicci. Sono colonie più o meno numerose in cui ogni cittadino costruisce la sua dimora e l'abita. Questi in-

numerevoli banchi di corallo, di cui gli allacciamenti intralciati formano come un tessuto di foresta minerale, sono stati a lungo un enigma per la scienza, e la bellezza dei loro colori ispirò le più graziose descrizioni. Si sa oggidì che sono colonie di polipi, delle quali la diversità nella forma e nelle proprietà organiche non è meno eloquente di quel che lo sia nei polipi precedenti. Come essi, tuttavia, si compongono essenzialmente d'un tubo, di cui l'allargamento può essere considerato come una bocca, e il cui interno può qualificarsi come stomaco. Molti tentacoli ser-

Fig. 74. — Polipi. — 1. Idra campanularia. — 2. Idra bruna.

vono a guisa di piccole braccia. Sta sempre che non havvi testa. La facoltà di vedere e quella d'intendere non sono ancor nate. Dei cinque sensi esiste solo quello del tatto; quello del gusto incomincia appena. Mondo oscuro, benchè in piena luce, che non ha ancora che una vaga coscienza di sè stesso, e vegetativo piuttosto che animato. Alcuni muscoli soltanti; i nervi non esistono che allo stato rudimentare, senza grande sensibilità. Ogni piccolo polipaio vive separatamente; ma la sua vita sembra confondersi nell'esistenza scolorita e cieca della colonia, a cui appartiene come parte integrante. Come nelle meduse, la moltiplicazione si produce col mezzo di piccole uova e di corpuscoli fecondanti,

ciò che dà inizio altresì ai sessi, ma ancora in uno stato rudimentare, e quasi nel sonno di una profonda insensibilità. Questi esseri sono ermafroditi senza saperlo. Sentono essi alcunchè della vita? I polipi briozoari sono, in questa classe d'organismi, creature così strane che la vita parrebbe essere per essi di una indifferenza estrema. Talvolta l'uno assorbe l'altro, senza che questi manifesti la benchè menoma resistenza. Tal altra il polipo muore in fondo alla sua cella, ed è tosto rimpiazzato da un altro, creato da questa stessa celletta; è una casa che figlia i suoi propri locatari.

Fig. 76. — Polipaio del corallo.

Quasichè la natura facesse le sue prove lentamente nella sua opera di sviluppo della vita, a fianco degli organismi che noi abbiamo testè descritti, e un po' più in alto nella scala organica, vengono a porsi i tunicati, l'inviluppo dei quali è formato da cellulosa, alla stessa guisa delle piante, e il cui tubo digestivo ha *due aperture*, l'una per l'introduzione dell'acqua nutriente, e l'altra per l'uscita (l'idra non ne ha che una, veggasi a pag. 141). Oltre agli organi di digestione e di riproduzione, possiedono i tunicati un apparecchio di circolazione ed un rudimento di cuore. Questi piccoli molluschi non sono ancora, in certo modo, che sacchi viventi, ma essi vivono già un po' più completamente dei molluschi che li precedettero. Il più notevole si è che questo rudimento di cuore, senza

valvole, senza orecchiette, senza ventricoli, non ha ancora direzione determinata per la circolazione del sangue (e qual sangue!); esso batte per un certo intervallo di tempo in un senso, poi s'arresta, poi riprende il suo battito in senso inverso, in maniera che i vasi che fungevano da arterie nel primo caso, compiono l'ufficio di vene nel secondo, e così via. L'animale respira, e il suo apparecchio respiratorio (branchie) è costituito a spese della parte anteriore del tubo digestivo. Sembra che di tutti gli animali senza vertebre, questi ultimi siano i più prossimi ai vertebrati, e rappresentino il ceppo da cui sono sorti i primi vertebrati. Quanto al suo modo di alimentazione, sono sempre i cigli vibrattili, di cui è provvisto, che conducono verso la bocca l'acqua carica di particelle alimentari. Le loro forme e le loro dimensioni offrono la più gran varietà. Più specie sono microscopiche; alcune segregano conchigliette protettrici; altre, come i pirosomi, godono delle proprietà d'essere fosforescenti e spandono perfino, allorchè sono nella loro attività vitale, una luce rossa assai viva: gli uni sono completamente liberi, e passano la loro vita a nuotare; altri si fissano sulle rocce o nel suolo delle spiaggie sabbiose; sono le ascidie (1) che abbondano sulle nostre coste, che raggiungono perfino la dimensione d'un uovo di gallina; esse si appiccicano sotto le pietre come espandimenti gelatinosi, e se si volta la pietra lanciano intorno ad esse dell'acqua.

In questi esseri, la generazione è altrettanto confusa, altrettanto irregolare, e in certo modo altrettanto esitante, quanto la circolazione. Essi sono ermafroditi, portano i due sessi, danno nascita ad uova, le fecondano, e dall'uovo sbuccia fuori, non già il figlio, ma il pronipote dell'animale che ha deposto l'uovo, non apparendo il figlio nell'uovo che per riprodurvisi e morirvi tosto! L'uovo si forma per riprodurre un essere che non vedrà mai la luce, e gli inviluppi di quest'uovo sono ad un tempo la culla e la tomba di un organismo che si riproduce nel loro interno, dimorandovi allo stato di feto, e di cui i resti, lentamente riassorbiti, servono di alimento alla generazione novella, solo destinata a far la sua comparsa al di fuori. Questo fatto, altrettanto bizzarro e misterioso quanto certo, è d'un alto insegnamento per la teoria dell'evoluzione. Esso ci mostra che questi esseri appartengono a un'epoca capitale della storia della natura, al periodo durante il quale la forza vitale ha valicato, dopo mille sforzi e mille esitazioni, il passaggio che separa i molluschi dagli animali sostenuti da uno scheletro, gl'invertebrati dai vertebrati.

La natura ha già percorso una lunga via nell'elaborazione di tutte le forme organiche precedenti. Tuttavia noi non abbiamo avuto finora sot-

---

(1) Dal greco *askidion*, piccola otre. Genere di molluschi acefali, dell'ordine degli acefali senza conchiglie e ad individui isolati. *Nota del Trad.*

t'occhio che esseri informi, vegetanti nelle profondità del mare. Gli uni sono globuletti gelatinosi, che nuotano col mezzo dei loro cigli vibrattili, i quali servono ad essi per ogni uso; altri vivono appiccicati in fondo al mare o contro le rocce; ed altri si sono associati in colonie, e formano delle specie d'alberi viventi. Essi possedono bensì già un tubo digestivo, organi d'assimilazione, di riproduzione e di circolazione sanguigna, e muscoli, e nervi, ma non hanno alcuna simmetria, nè avanti, nè indietro, nè a destra, nè a sinistra. Sarebbe superfluo aggiungere che fino a quest'epoca, la testa non esiste ancora. Fin qui, tutti gli esseri sono *ciechi, sordi e muti.*

Un rudimento di testa, un principio di simmetria, incomincia a mostrarsi nei *vermi*, i cui antenati abitavano il fango dei mari e delle rive. Questo mollusco differisce dai precedenti per due caratteri: esso è allungato, e cangia posto. È un polipo libero (e non sempre) come, a modo d'esempio, la tenia. Consideriamo per un istante il più semplice vermiciattolo terrestre. Il solo fatto di arrampicare costituisce già per esso una superiorità. Esso è formato di anelli eguali, e, a vero dire, il suo accrescimento in lunghezza non è ottenuto che mediante un accrescimento nel numero di questi anelli, ognuno dei quali può divenire allo stesso modo una testa od una coda. Tutti questi elementi sono eguali. Ma il solo fatto che l'anello anteriore è incaricato di assorbire pel primo il nutrimento che deve attraversare tutto quanto il verme, pone questo anello in condizioni tali da far sì che i suoi mezzi di percezione sieno costantemente sollecitati ad agire e a svilupparsi. È una bocca che cammina, che ha una certa responsabilità per quanto concerne l'alimentazione della colonia, che deve essere sempre sul davanti e al basso per cercare nel suolo quanto v'ha di migliore, e che per questo stesso fatto dà inizio ad una simmetria nell'organismo: una parte anteriore, una faccia ventrale, una faccia dorsale, una sinistra ed una destra.

La testa incomincia ad assumere una funzione speciale. Essa incontrerà degli ostacoli, sarà talvolta chiamata a combattere, si troverà tal altra assai esposta. La sua resistenza e la sua forza aumenteranno gradatamente. Tuttavia questo organo non acquista ancora una importanza talmente essenziale, ch'esso non possa rinascere dalle sue stesse radici quando sia stato mutilato. Tagliate la testa ad un verme di terra, ed essa spunterà di nuovo; tagliate un verme in due parti, e ognuna delle due parti si completerà, e perfino la parte posteriore, che dovrà aggiungersi un apparecchio di circolazione ed un cervello. Nei *nais* (1), che abitano le acque dolci, la forza vitale è ancora più intensa, poichè essa è

(1) Detti anche *naide* o *najade*. Genere di anellidi, dell'ordine degli abranchi, famiglia degli *abranchi setigeri*. Hanno il corpo allungato, filiforme, e nessuna apparenza di branchie. Sono comuni anche fra noi nel fango, nel quale stanno immersi, lasciando libera ed agitando senza posa la parte anteriore del corpo. *Nota del Trad.*

per così dire individualizzata in ogni singolo anello; coll'aiuto di sottili forbici, tagliate questo anellide in altrettante parti quante voi vorrete, e ognuna d'esse si munirà di una testa e di una coda, e formerà un animale in perfetto stato di vitalità.

Gli anellidi rappresentano il tipo delle colonie animali, della costruzione degli individui per justaposizione d'organismi elementare. Talvolta essi raggiungono proporzioni considerevoli; certi *eunici* (1) misurano m. 1,50 di lunghezza, su quasi 3 centimetri di larghezza, e sono composti di più centinaia d'anelli; è l'egual cosa di certe specie di vermi dei paesi caldi. Si incontrano spesso nel mare anellidi così lunghi, che la coda non è più, per così dire, in comunicazione diretta colla testa, e che si mordono qua e là essi stessi senza far le viste d'accorgersene. I *nais* ed i *dèro* si riproducono per semplice gemmazione: da quaranta a sessanta anelli spuntano successivamente l'uno all'altro, poi l'animale si taglia spontaneamente in due, e una testa si forma all'anello anteriore del nuovo essere;

Fig. 76. — Le indecisioni primitive della generazione.
Syllis amica composta di due parti, l'anteriore senza sesso, la seconda sessuata.

ma ciò che vi ha di più notevole, si è che, alla fine dell'anno, nell'autunno, questo modo di riproduzione cessa per far luogo alla riproduzione sessuata. Certe nereidi sono forse ancor più curiose; esse sono composte di *due individui saldati* estremità per estremità, l'uno è senza sesso, e l'altro sessuato. È la stessa cosa dei *syllis* (2) (veggasi fig. 76). A dir vero la natura sembra aver tentato ogni mezzo prima di fissare l'opera sua. All'epoca di questi tentativi, sembra che ella fosse ancora ben lontana dall'essersi determinata pel modo di generazione che meglio convenisse.

Più tardi, negli insetti, la riproduzione sarà riservata all'essere perfetto, alla farfalla uscita dalla crisalide, e le larve non potranno più riprodursi. Qui le larve si riproducono e la metamorfosi che incomincia non è ancora stabilita. L'indipendenza degli anelli è spesso tale che in uno stesso animale gli uni possono essere maschi e gli altri femmine, gli uni sessuati, e gli altri sterili (*spirorbe* (3), *autoliti*, ecc.).

---

(1) Genere d'anellidi erranti, dell'ordine dei Dorsibranchi, famiglia degli Eunici. Hanno corpo lineare e pressochè cilindrico. L'*Eunice gigantea Cuv.*, del mare delle Indie, è il più grande degli anellidi conosciuti, e misura più di metri 1,25 di lunghezza.

(2) Genere d'anellidi dorsibranchi, stabilito in particolar modo per una specie del Mar Rosso, la *Syllis monilaris*. Offre il singolar fenomeno della moltiplicazione per divisione spontanea.

(3) Genere d'anellidi tubicoli, del gruppo delle serpule. Contiene delle piccole specie di vermi con anelli numerosi e 3 o 4 fili branchiali sulla testa. *Note del Trad.*

A poco a poco, insensibilmente, la testa si forma benchè assai irregolarmente. Il rudimento del cervello si trova nel primo anello, negli anellidi; nel terzo e talvolta nel quarto, nei lombrici; la bocca occupa il secondo anello, negli anellidi. I cigli vibratili sono divenuti antenne, organi di prensione. Fanno la loro apparizione gli *occhi*, ma occhi rudimentari; sono nervi sensibili alla luce, che incominciano a svilupparsi, e spesso alle due estremità dell'anellide, sia *alla coda come alla testa*, intorno agli anellidi estremi. La *nematonereis contorta*, l'*oria armandi le fabricie* (1) hanno generalmente due occhi sul segmento anale: le *anficorine* (2) e le *mixicole* ne hanno quattro, l'*amphiglena mediterranea*

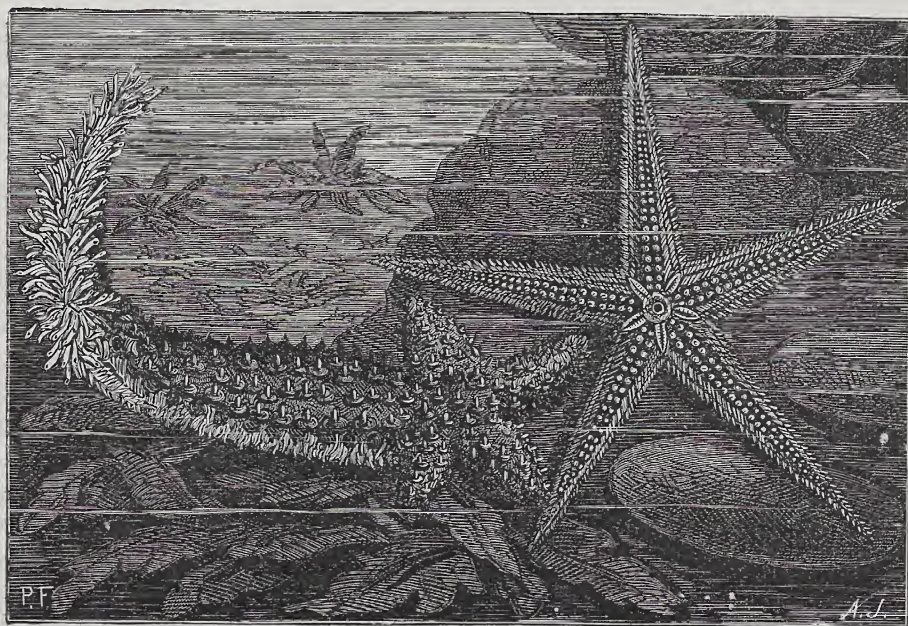



Fig. 77. — Asteria in piena riproduzione de' suoi raggi. Asteria comune.

da sei ad otto. È da notarsi che questa particolarità s'osserva sopratutto negli anellidi in cui la testa è stata stornata dal suo ufficio primitivo, dall'ufficio cioè di cicerone della colonia, mediante lo sviluppo di un voluminoso pennacchio respiratorio. Le anficorine e le miscicole abbandonano volontieri il loro tubo per correre alla ventura; esse mandano fuori la coda per la prima, dirigendola sempre innanzi, e sembrano trascinare dietro ad essa il resto della colonia. L'anello posteriore si è dun-

(1) Anellidi, fra cui si nota la *Tubularia stellaris*, di Fabricius, raccolta sulle coste della Groenlandia. Vive in un tubo cilindrico verticale, composto di particelle argillose.

(2) Anellidi assai prossimi alle Anfitriti, con due occhi nella parte anteriore e due nella posteriore, che ponno dirigersi con eguale facilità in entrambi i sensi. *Note del Trad.*

que realmente impadronito di una delle funzioni essenziali della testa, o, per dir meglio, gli uffici cui adempie ordinariamente una testa si sono divisi tra le due estremità del corpo: la testa digestiva, quella che porta alla bocca, è rimasta all'estremità che corrisponde al lato anteriore degli altri vermi; la testa sensitiva s'è trasportata all'estremità posteriore, disturbata come essa era nell'esercizio delle sue funzioni (1). Le tenie, o vermi solitari, parassiti attaccati ad un organismo, non avendo mai bisogno di cercarsi il proprio nutrimento, che loro perviene da solo, non hanno testa affatto, ma solo una specie di ventosa, uno scolice che riproduce il corpo del verme, dando vita ad anelli consecutivi. Ciò che noi abbiamo detto degli occhi può essere applicato agli organi dell'udito, che incominciano egualmente a far la loro comparsa, rudimenti di impressione uditiva, che si incontrano talora sul primo segmento *(oria armandi)*, talora sul secondo *(amphicorina corridrice)*, talora sul terzo *(amphicorina argus)*, talora infine sul quarto *(wartelia)*. Ma insensibilmente intanto gli organi, i sensi, vanno a localizzarsi nella parte anteriore del corpo, dove le loro funzioni di avvisatori li chiameranno di più in più.

In tal modo noi assistiamo gradatamente allo sviluppo ed alla progressione della vita, presentandosi ogni dettaglio della formazione degli organismi nuovi, come una rivelazione delle origini da cui sono scaturite tutte le creature attualmente viventi. Allorchè giungiamo agli insetti, noi vediamo in essi la stessa struttura originaria: sono anelli più o meno riuniti e saldati insieme. I miriapodi, o bestiole a mille zampe che tutti conoscono, non possiedono in generale che nove anelli, all'uscita che fanno dall'uovo; gli altri anelli spuntano successivamente alla parte inferiore del corpo; ma l'individualizzazione è già più completa; le due metà di uno scolopendro, tagliato trasversalmente, possono vivere ancora per qualche tempo, e muoversi come due animali distinti; ma esse finiscono per soccombere entrambe, senza essersi completate. Il modo di generazione diventa essenzialmente sessuale.

In tutti gli insetti, il corpo si compone di tre parti caratteristiche; la testa, il torace e l'addome; la testa è formata di anelli saldati insieme, il torace sempre di tre, e l'addome da sei a dodici. Nei ragni, la distinzione degli anelli non è visibile che durante il periodo embrionario. L'unità di origine è flagrante.

Ma non procediamo troppo presto, affine di poter concepire rettamente l'andamento delle cose in questo lento e grandioso sviluppo della vita. Del medesimo ordine organico degli esseri precedenti, e primitivi come essi, e come essi caratteristici nei prodromi dell'organizzazione terrestre, sono gli echinodermi (2) asterie o stelle di mare, ricci di mare, crinoidi,

---

(1) Edmondo Perrier. *Le colonie animali.*

(2) Etimologia: *Echinos*, riccio, *derma*, pelle (esseri dalla pelle arricciata).

oloturie, ecc. Essi possiedono ancora i due modi di riproduzione (mediante sessi e senza sessi) e cioè per una parte essi hanno uova e per l'altra si moltiplicano per gemmazione. I pescatori, irritati spesso dal vedere le stelle di mare pullulare nei loro paraggi, le tagliano a pezzi allorchè le prendono impigliate nelle loro reti, e ne rigettano i pezzi nel mare; essi creano così quattro o cinque asterie in luogo d'una. Esse possono cambiar posto lentamente, valendosi dei loro piccoli tentacoli erettili. Le asterie e i ricci di mare hanno occhi rudimentari; sono macchie pigmentarie rosse, poste nella faccia inferiore dei raggi, immediatamente al di sotto dei tentacoli terminali. La luce vi si rinfrange vivamente. Essi meritano appena questo titolo; ma, in fatto, sono già occhi.

Le stelle di mare o asterie sono, originariamente, dei polipi lineari, dei vermi saldati insieme, mediante la testa, al centro della stella. Il braccio d'una stella, distaccato dal disco centrale, rigermoglia tutto quanto (fig. 77). I cinque bracci (ed anche più in alcune specie) rinascono parimente. Ogni braccio vive e può alla sua volta dar vita ad una gemma che diviene disco centrale, e ricostituisce l'asteria. La forza vitale è sempre sparsa nell'insieme dell'essere. Non vi è ancora testa, nè apparecchio respiratorio. Non si crederebbe veder la natura provarsi in tutte le maniere imaginabili?

I molluschi propriamente detti, i cefalopodi, che camminano sulla testa: polipi, piovre, ecc.; i gasteropodi, che camminano sul ventre: chiocciole, lumaconi, ecc.; gli acefali, che non hanno testa: ostriche, datteri di mare, ecc., parrebbero discendere da vermi anellidi, secondo le ricerche del signor Perrier. A giudizio di questo naturalista, tutti questi molluschi camminano su un'appendice della loro testa; le braccia dei cefalopodi, il piede appiattito del gasteropodo e il piede linguiforme dell'acefalo sarebbero tutti e tre dipendenze della testa del mollusco; le loro forme sarebbero provenienti dalle condizioni in seno alle quali hanno dovuto vivere. I molluschi e gli anellidi cefalobranchi sarebbero gli uni e gli altri i discendenti d'esseri abitanti in tubi, e non aventi rapporto col mondo esterno che mediante gli orifizi di questi ultimi e sopratutto mediante il loro orifizio anteriore: l'anatomia comprova questa relazione. Gli acefali sarebbero gasteropodi degenerati, nei quali la testa, non avendo più alcuna funzione da esercitare, s'è atrofizzata e fu riassorbita nell'insieme del mollusco. I brachiopodi che, come gli acefali, sono rinchiusi in una conchiglia bivalve, ma ne differiscono molto sotto il rispetto dell'anatomia interna, discenderebbero da anellidi per un'altra linea, e sarebbero rimasti i più vicini al ceppo comune.

Nei molluschi, i sistemi nervoso e muscolare sono ancora assai rudimentari. Il sistema nervoso consiste in due collari circondanti l'esofago, e sui quali trovansi nascosti i gangli; il sistema muscolare non ha organi di sostegno. Una delle proprietà particolari dei tegumenti dei mol-

luschi è quella di segregare delle sostanze solide, formanti le loro conchiglie così svariate, e che costituiscono per essi degli organi di sostegno indipendenti dal sistema muscolare. Gli organi dei sensi assumono gradatamente un grande sviluppo. Il tatto ha acquistato una certa delicatezza. L'odorato si distingue progressivamente dal gusto. L'udito ha per apparecchio alcune vescicole contenenti nel loro interno degli otoliti. L'occhio possiede una retina, un cristallo, un'iride, la sclerotica, la coroide, il corpo ciliare e l'umore vitreo. La parte del corpo che porta gli occhi è ordinariamente la base dei tentacoli; spesso anche si trovano questi alle estremità. Essi hanno tutti un cuore ed un apparecchio circolatorio che ne tien luogo. Sono sessuati, e si riproducono mediante uova, ma i sessi non sono sempre separati in due individui differenti: nei cefalo-

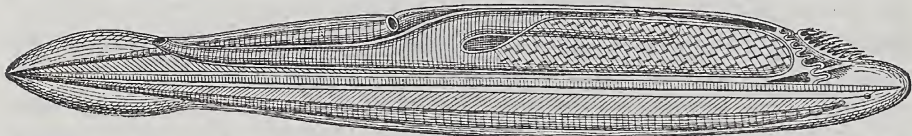



Fig. 78. — L'amphyoxus, vertebrato senza testa, intermediario fra gli invertebrati ed i vertebrati.

podi, polipi e seppie, i sessi sono separati; nei gasteropodi sono riuniti; pressochè tutti i gasteropodi sono ermafroditi: limaccie, chiocciole, limnee, murici, cipree. ecc. Le elici, lumache o lumaconi, sono ermafrodite, ciò che val quanto dire che ogni individuo è provvisto di due sessi, ma la riunione intima di due esseri è necessaria per la riproduzione, ognuno d'essi agendo nello stesso tempo come maschio e come femmina. Sono

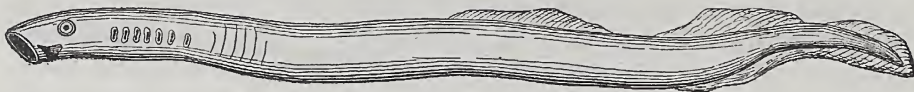



Fig. 79 — La lampreda, pesce primitivo rudimentare.

questi altrettanti tentativi della natura, che il filofoso deve apprezzare.

Alla frontiera dei vertebrati e degli invertebrati si trova l'*amphyoxus* (fig. 78) « il venerabile *amphyoxus* » come lo saluta Hæckel, e che non è una lumaca, come lo giudicava il primo naturalista che ebbe a studiarlo (Pallas, 1778), nè un pesce, come lo classificava il zoologo Costa nel 1834. In fatto, quest'essere differisce da tutti i pesci assai più di quanto questi differiscano dall'uomo. È un vertebrato senza cranio.

L'*amphyoxus* vive sulle spiaggie marine sabbiose, in parte sepolto nella sabbia, ed è assai sparso nei diversi mari: lo si trova nel Mare del Nord, sulle coste d'Inghilterra, su quelle del Mediterraneo, al Brasile, al Perù, a Borneo, in Cina, un po' dovunque. Il suo corpo è molle senza alcuna parte solida, senza alcun organo pietrificabile, ed è lungo circa cinque centimetri, biancastro o leggiermente tinto di rosa; esso ha

la forma di una lancetta stretta ed appuntita alle due estremità. Non ha la traccia di membra. Un tubo cilindrico forma l'asse del suo corpo: questo tubo dà ricetto al sistema nervoso centrale, e rappresenta in principio la colonna vertebrale. È in esso che gli organi principali dei vertebrati appaiono sotto la forma loro più rudimentare. Una macchietta pigmentaria posta sul dinanzi, all'estremità del tubo nervoso, parrebbe essere il rudimento dell'occhio; al suo fianco una lieve fossetta è senza dubbio l'inizio dell'organo olfattivo; l'udito non esiste ancora; non v'ha

Fig. 80. — La generazione vivipara viene dalla generazione ovipara. Quadrupedi ovipari: coccodrillo e sue uova.

cervello affatto. L'anatomia di questo essere curioso mostra in lui l'*antenato più probabile* dei vertebrati; esso sarebbe l'ultimo discendente della razza antica dei vertebrati sprovvisti di testa; i naturalisti pensano d'aver trovato con esso l'intermediario tanto cercato tra gli invertebrati ed i vertebrati, il parente più prossimo del primo tipo disparso dei vertebrati.

Immediatamente dopo questo antenato, possono essere classificati i pesci a cranio più primitivi, per esempio i ciclostomi, dei quali fa parte la lampreda (fig. 79). Il loro corpo è allungato, cilindrico, vermiforme, sprovvisto di membra: la loro bocca, perfettamente rotonda, non ha an-

cora denti; la loro pelle è nuda e senza scaglie. Nessun scheletro osseo. Ma già un principio di branchie, e già un inizio di cervello.

Di mano in mano che noi ci inoltriamo nell'esame degli organismi, osserveremo l'essere individualizzarsi sempre più, la vita localizzarsi in qualche modo, e gli elementi costitutivi degli animali perdere le loro proprietà primitive, per abbandonarsi alla direzione comune dell'essere cerebrale, di più in più personale e dominante. I vertebrati, mammiferi, uccelli, rettili, batraci e pesci, sono essenzialmente costituiti da un edificio di vertebre che protegge il midollo spinale, e termina in un cranio, formato esso stesso da vertebre modificate, che racchiude il cervello, il quale non è che un'espansione del midollo spinale. Nati dagli invertebrati, derivati senza alcun dubbio dai più umili fra di essi, dai vermi anulari, di cui l'anatomia offre le più significanti analogie con quelle dei vertebrati inferiori, la diramazione così importante dei vertebrati, alla cui testa regna l'uomo in persona, ci apparisce come l'attestazione più piena della vita alla superficie del nostro pianeta. Nella sua analisi si trova la spiegazione, non solo della forma assunta dagli esseri, ma altresì della disposizione e del posto di ogni organo del corpo. La testa, gli apparecchi così delicati della vista e dell'udito, l'individuazione del cuore, dei polmoni, delle reni, si sono costituiti gradatamente e progressivamente. La forma di ogni essere, esterna od interna, proviene dal suo genere di vita e da quello de' suoi antenati. Noi vedemmo che durante secoli e secoli, gli organismi si sono riprodotti per gemmazione e fissiparità. Poi vedemmo apparire, in esseri che continuavano a riprodursi con questo modo primitivo, degli organi che davano la vita, gli uni a piccole uova, gli altri a glandolette di fecondazione. Comincia allora la generazione sessuata, alternante colla precedente presso gli stessi individui e manifestantesi in organismi che portano ad un tempo questi due rudimenti di sessi, e sono ermafroditi. Bentosto essa si trova più spesso separata su due individui differenti che dovranno avvicinarsi e ritornare alla loro unità primitiva, per assicurare la durata della specie, ed è precisamente questo modo di generazione sessuata che differenzierà maggiormente gli esseri fra di loro, e creerà le specie. La posizione di questi organi nella vicinanza di quelli che servono alla secrezione delle sostanze inutili all'organismo, non è senza dubbio troppo felice; essa proviene, di somiglianza in somiglianza, dalla costituzione degli stessi vermi terrestri, nei quali si scorgono gli organi primitivi di riproduzione associati agli organi di secrezione, e identici ad essi come conformazione. Negli anellidi i prodotti della generazione, uova o zoospermi, formandosi in tutti i canali del corpo, trovano in questi canaletti d'escrezione un passaggio predisposto in ogni sua parte per giungere all'esterno. Il perfezionamento secolare dell'animalità non ha ancora cancellata questa origine.

La moltiplicazione mediante uova, la generazione ovipara, si è stabilita lentamente, in un modo dapprima pressochè inconsciente; poi essa ha regnato fino al giorno in cui s'è trasformata essa stessa in generazione vivipara. Dal giorno in cui si stabilì la generazione sessuale, ogni essere vivente viene da uovo fecondato, ha un padre ed una madre. Ma il padre e la madre non sono perciò obbligati a conoscersi. I pesci spandono le loro uova nelle acque: un giorno o l'altro queste uova sono fecondate senza che il pesce che passa di là abbia mai conosciuto la madre di queste uova. Vi sono talune eccezioni, specialmente per le razze e gli squali, che sono fra gli ovipari e i vivipari, schiudendosi le loro uova nel ventre della madre, come nelle vipere; ma tale è il modo impersonale e freddo della generazione dei pesci. In altri casi, come nelle rane, nelle salamandre acquatiche, ecc., il padre e la madre si avvicinano, ma senza toccarsi e le uova ricevono nondimeno la fecondazione prima d'essere deposte o al momento stesso in cui lo sono (1). L'unione intima di due esseri, il matrimonio naturale, momentaneo o durevole, sono prodotti dal progresso attraverso le diverse età. Questa tenera unione, già notevole in un gran numero di uccelli, incominciò fra le specie ovipari, nel numero delle quali si può contare un grandissimo numero di quadrupedi. Le tartarughe, le lucertole in genere, i coccodrilli (fig. 80), le rane, i serpenti, le biscie d'acqua, non le vipere, gli uccelli sono ovipari. Si può seguire lo sviluppo della generazione ovipara dagli insetti più umili fino ai mammiferi. Questi ultimi sono vivipari; ma anche qui, ognuno sa che nel seno della madre ogni essere vivente ebbe principio da un uovo. La viviparità non è che la oviparità perfezionata; essa è quasi indecisa ancora nei primi mammiferi, nei marsupiali che portano i loro nati in una saccoccia esteriore, e sopratutto nei monotremi, l'ornitorinco e l'echidna. Così, sotto qualsiasi punto di vista la si consideri, noi scorgiamo nella vita terrestre tutto quanto lo sviluppo di un solo ed unico albero genealogico.

I quadrupedi ovipari formano la transizione fra la generazione mediante uova e la generazione con neonati viventi; non si sa perfino ancora in modo esatto oggidì se l'ornitorinco depone sempre delle uova, o mette talora alla luce dei piccini viventi. I marsupiali, sarighe, canguri, petrogali (fig. 81), ecc., parrebbero essere i più antichi mammiferi del globo, coi monotremi, nei quali le mammelle hanno inizio da una semplice glandola mammaria appena visibile; essi sembrano essere il risultato del primo tentativo della natura nelle prove sue per la produzione dei mammiferi. Questi esseri, che si arrestano d'un tratto nello sviluppo della vita, mettono al mondo i piccoli appena incominciati, i quali finiscono di formarsi dopo essere nati. La madre afferra colle labbra i suoi piccoli, nati

(1) Veggasi Lacepède, *Storia naturale dei quadrupedi ovipari*, art. *Salamandra*.

non vitali per sè stessi, e li depone nella saccoccia che porta davanti al suo ventre. Là essi si aggrappano ognuno ad una mammella assai rassomigliante ad una vescica allungata, e vi restano aderenti fino a che le loro membra e i loro organi siano sviluppati. Questa tasca marsupiale è come un secondo utero, nel quale termina la loro evoluzione. Allorchè essi camminano già da soli, i piccini non scordano questo nido, e, al primo allarme, vi si rifugiano; essi vi passan per così dire tutta la loro infanzia. Come si vede, noi assistiamo gradatamente allo sviluppo di tutti gli organi: si può seguire a passo a passo la formazione del seno, dal-

Fig. 81. — I Marsupiali, primi mammiferi.
I neonati, non essendo ancora completamente formati, sono conservati in una tasca.

l'umile monotremo fino alla splendida Venere di Milo; il perfezionamento della testa, dal verme comune fino all'Apollo o all'Antinoo; e così quello del corpo tutto quanto, di ognuno dei suoi organi, dell'occhio, dell'orecchio, della mano, ecc., ecc. A poco a poco, tutto avviene, tutto progredisce, tutto si perfeziona. Come s'è potuto rimanere così a lungo sordi a questi insegnamenti universali della natura?

La forza vitale, dapprima sparsa in tutto l'organismo, va accentrandosi col perfezionamento degli esseri. È questo un altro fatto al quale è necessario di prestare parimente la più grande attenzione. Noi abbiamo già visto che, nella tribù degli anellidi, si può tagliare una naide in due, tre, quattro, dieci, venti parti, o in quanti pezzi si voglia, senza impe-

dire che viva questo essere, il quale non è che una associazione di esseri vitali, eccessivamente piccoli, ognuno dei quali possiede la sua vitalità propria; trenta pezzi di naide fanno semplicemente trenta naidi differenti; ognuno si ricostruirà una testa, una coda, e nuovi anelli. Abbiamo visto altresì che certi lunghi anellidi si mordono la coda senza accorgersi che essi muovono attacco alla loro stessa persona — la qual persona, per di più, non ha quasi conoscenza di sè stessa.

Abbiamo visto ancora che frazionando un'idra in pezzi, sia longitu-

Fig. 82. — Cavalletta decapitata, vivente fino al limite di quindici giorni.

dinalmente, dall'alto in basso, sia trasversalmente, sia nei due modi, non la si uccide, ma al contrario la si moltiplica, divenendo ogni pezzo una nuova idra perfettamente vivente; che d'altra parte, si può rinversarla come un guanto senza farle alcun male, diventando l'epidermide esteriore prestissimo stomaco, e viceversa; che, d'altra parte ancora, si ponno innestare questi animali o questi pezzi d'animali gli uni sugli altri, e forzarli a vivere alla foggia di un solo, ecc., ecc. Il lombrico, o verme terrestre, non ha già più questa vitalità generale, ma nondimeno si può ancora tagliargli la testa, ed essa rigermoglia. Carlo Bon-

net (1) avendo tagliato dodici volte la testa allo stesso verme, l'ha vista rinascere dodici volte. Ogni raggio d'una stella di mare ha la sua vita propria; si può distaccarlo, ed esso continua a vivere, e tornerà a formare un'asteria completa; la stella dal canto suo tornerà a formare i suoi raggi. A seconda che noi progrediamo nel perfezionamento degli esseri, questa forza vitale che apparteneva dapprima indistintamente ad ogni elemento costitutivo dell'organismo, si localizza ed acquista la coscienza della sua esistenza. Oscura dapprima, questa coscienza si stabilisce poi gradualmente, e si personifica. Tuttavia la vitalità degli elementi non sparisce già per questo; essa diminuisce e si estingue lentamente. Tutti quelli che sono stati fanciulli (e chi non lo è stato?) si ricordano dell'indifferenza strana con cui la lucertola lascia la sua coda nella mano che credeva ghermirla: ed anzichè essere presa intiera com'è, non esita un solo istante a perdere questo ornamento, sapendo probabilmente che la parte distaccata tornerà a formarsi. Questa parte staccata vive essa stessa durante più minuti, si muove, si agita, si volge qua e là, come se cercasse il suo proprietario scomparso. L'animale ricostituisce la sua coda, dapprima, entro due o tre mesi, nel suo tessuto; in seguito, in capo a due anni, nelle sue vertebre stesse (esperienze del signor Carlo Legros). Nelle salamandre, le zampe spuntano di bel nuovo non meno della coda, ed anche gli occhi ed una parte della testa. Si osservò egualmente la rigenerazione della coda nei ghiri. Ognuno sa parimenti che le zampe e le antenne del gambero rinascono, e che è per questo motivo ch'esse sono così spesso d'inegual grossezza e d'inegual lunghezza. Avviene la stessa cosa nell'aragosta, nel granchio di mare, ecc.; in essi si è perfino constatata la rigenerazione degli occhi. I molluschi, e in ispecial modo i cefalopodi, rigenerano anch'essi i loro membri distrutti.

Fra gl'insetti, le cavallette sono dotate d'una vitalità prodigiosa, che data certamente ancora da quell'epoca primitiva, durante cui la natura procreava la vita sotto tutte le sue forme alla superficie della Terra. Or sono alcuni anni, io ebbi l'occasione di fare a tale riguardo alcune esperienze abbastanza curiose e assai caratteristiche. Ero a Nizza, in un giardino, ove questi insetti costituiscono la disperazione dei giardinieri. Senza riferire qui in tutti i particolari siffatte esperienze, che non hanno durato meno di un mese, riassumerò quelle che si collegano direttamente alla questione che ci occupa in questo momento.

Sopra 31 cavallette decapitate, tutte hanno vissuto quarantotto ore, così vivaci come se non si fosse fatta subir loro alcuna operazione, 29 vissero tre giorni, 23 quattro giorni, 10 cinque giorni, 4 sei giorni, 2

(1) Carlo Bonnet era un filosofo, piuttostochè un naturalista di professione. Si può dire altrettanto di Leibnitz che detta la sua *Protogea*, di Gœthe che annuncia il trasformismo, di Lamarck che insegna la sua *Filosofia Zoologica*, di Geoffroy Saint-Hilaire e di tutti i grandi intelletti, pei quali il progresso delle scienze naturali rappresenta altra cosa e più di una mera classificazione scolastica.

sette giorni; all'ottavo giorno l'ultima era ancora assai nervosa e quasi feroce: io volli prenderla come avevo preso successivamente le sue compagne defunte, per toglierla dalla scatola, ed essa spiccò un salto con tanta energia da lasciarmi nella mano la zampetta che le avevo afferrata. Questa lottatrice visse ancora sei giorni. Tredici giorni dopo la decapitazione, esponendola al sole, essa muoveva tuttora la zampa del salto che ancora le restava, ed anche le piccole zampe. E invero, essa non morì che quindici giorni dopo essere stata decapitata! (fig. 82).

Così queste creature possono vivere a lungo *senza testa*. Esse possono vivere parimente *completamente vuotate* di tutti i loro organi, e perfino *impagliate;* vuotate e impagliate, o meno, cinque giorni; vuotate e decapitate, quattro giorni. La testa sola, staccata dal busto, può vivere ventiquattr'ore, muovendo qua e là le antenne e le mandibole. La testa coi primi due anelli vive per lo spazio di tre giorni. Il primo anello solo, separato dalla testa e dal corpo, vive più ore. Il terzo anello e l'addome, vale a dire, parlando a stretto rigore, il corpo della cavalletta, muore immediatamente. In tal modo, i centri vitali sono sparsi nella testa e nei due primi anelli, e sono assenti nel terzo. Questi esseri sono, tutt'al più, di una indifferenza apparente che è delle più curiose; allorchè si taglia loro la testa, allorchè li si disseccano ancor vivi, allorchè si strappano loro le viscere, non manifestano alcun movimento convulsivo. Una cavalletta che ha la testa tagliata da otto giorni non lo sa probabilmente: essa è piuttosto tormentata dalla fame che non da altro.

Questa vitalità può essere osservata in un gran numero di animali; ma essa si localizza nel cervello e nel cuore a misura che ci andiamo elevando nella serie animale. Si sa, fra l'altro, che le due metà di una rana tagliata in due, non muoiono immediatamente; la metà anteriore, la testa e le due prime zampe, si mettono in salvo fra le erbe, mentre la metà posteriore conserva tutta la sua sensibilità; non è raro il vedere, nelle esperienze di laboratorio, una rana decapitata distogliere da sè colla zampa la pinzetta che la fa soffrire. Non è raro altresì di vedere, nei locali annessi alla cucina, un volatile a cui fu appena tagliata la testa per soddisfare ad un desiderio del cuoco, fuggirsene lontano e inondare di sangue tutto il percorso della sua agonia. Un'anguilla scorticata e tagliata in pezzi, si agita in modo stranissimo, come se ogni segmento restasse dotato di una vita propria. Un cuore di testuggine, strappato dal petto dell'animale, continua a battere ancora per più ore. Noi abbiamo visto più sopra che si può portar via il cervello agli animali inferiori, e ch'esso rigermoglia di nuovo: l'esperienza può essere fatta su animali relativamente superiori, su uccelli, su piccioni. Quando sieno tolti i lobi cerebrali ad un piccione, l'animale perde immediatamente l'uso dei sensi, e la facoltà di cercare il proprio nutrimento (vedi fig. 83). Tuttavia, qualora si faccia ingurgitare il cibo all'animale, esso

può sopravvivere perchè le funzioni nutritive sono rimaste intatte fino a che i loro centri nervosi speciali furono rispettati. A poco a poco il cervello si rigenera coi suoi elementi anatomici speciali, e di grado in grado che questa rigenerazione si opera, si vedono far ritorno l'uso dei sensi, gli istinti e l'intelligenza dell'animale (1).

Se il lettore non si è stancato di seguirci in questo studio, un po' lungo fors'anco, ma che si basa per intero su documenti d'osservazione rigorosa e positiva, e cioè *sullo sviluppo e la progressione della vita*, egli sarà rimasto sopratutto penetrato dall'idea che tutto si collega, in questa grand'opera della natura, dal minerale fino all'uomo; sì, noi lo ripetiamo, dal minerale. Così, per esempio, un pezzo di cristallo frantumato si cicatrizza, e torna a ricostruirsi alla foggia di un tessuto vegetale o animale, benchè vi sia una distanza considerevole fra queste sostanze. Risulta a questo proposito, dalle ricerche del signor Pasteur, che « allorchè un cristallo fu spezzato sopra una qualunque delle sue parti, e vien posto di nuovo nella sua acqua-madre, si vede, nel tempo stesso che il cristallo si ingrandisce in tutti i sensi, mediante un deposito di particelle cristalline, aver luogo un lavorìo attivissimo sulla parte frantumata o deformata; e in poche ore egli ha provveduto, non solo alla regolarità del lavoro generale su tutte le parti del cristallo, ma al ristabilimento altresì di tale regolarità nella parte mutilata ».

In questa serie non interrotta delle manifestazioni della natura creatrice, dai periodi meccanico, fisico e chimico, anteriori alla vita, fino ai secoli moderni illustrati dall'intelligenza e dal pensiero, non v'è alcuna soluzione di continuità, nessun iáto, nessun cangiamento di piano, nessun abisso insormontabile, nessuna creazione spontanea di getto, nessuna aggiunzione estranea agli effetti anteriori. Tutta quanta la natura terrestre è costrutta con un istesso disegno, e manifesta l'espressione permanente della stessa idea. Allorchè si giunge all'uomo, noi non ci troviamo per ciò solo di faccia ad un abisso che non si possa valicare. L'uomo è figlio della natura per l'egual ragione delle produzioni precedenti. Egli è collegato, mediante vincoli d'origine e indissolubili, agli esseri che lo precedettero, ai minerali, ai vegetali e agli animali. Esamineremo più innanzi quale sia stato il suo antenato più diretto, Ma, nel por fine a questo studio sintetico, complessivo, è importante che si abbia a comprendere bene questa parentela naturale dell'uomo con tutta quanta la vita terrestre.

Lo spirito, e il corpo con esso, sono prodotti dall'attività vitale, lentamente e gradatamente acquisiti. La vita si concentra sempre più nel cuore e nel cervello, la coscienza si localizza sempre più nel cervello,

(1) Claudio Bernard. *La Scienza sperimentale*. Le funzioni del cervello.

e si personifica, si individualizza; ma con ciò non si tratta punto di un nuovo mondo, ma solo della continuazione e dello sviluppo del mondo antico.

Noi facevamo osservare poco fa che un cuore di testuggine continua a battere dopo essere stato strappato all'animale; avviene la stessa cosa del cuore umano. Togliendo il cuore ad un giustiziato alcuni minuti dopo la esecuzione, si notano dei bàttiti che persistono durante più di un'ora, in numero da quaranta a quarantacinque al minuto, quand'anche già siano stati tolti il fegato, lo stomaco, l'intestino. Il signor Robin ha fin veduto in un corpo d'un decapitato, un'ora dopo l'esecuzione, in seguito ad un eccitamento provocato sul petto mediante la punta di uno scalpello, il braccio destro, che era assai sporto in fuori, avvicinarsi rapidamente al corpo, e la mano portarsi verso il petto per difenderlo. Alcuni anni or sono, un testimonio competente di esecuzioni fatte al Giappone, vide con raccapriccio gli occhi della testa di un decapitato, caduta sulla sabbia, guardarlo fiassamente, e seguirlo quindici o venti minuti secondi dopo la decollazione (1).

Le membra, gli organi non si rinnovano più nell'uomo e negli animali inferiori, precisamente in causa dell'importanza, dell'individualità che essi hanno acquisito; ma i tessuti si riparano ancora naturalmente, le piaghe si cicatrizzano, le carni si riuniscono; mediante l'innesto si sono già potute ricostituire certe parti d'organi, e si sa perfino che la trasfusione del sangue è già riuscita a impedire di morire ed a prolun-

(1) Ecco le curiose osservazioni fatte da questo testimonio, il signor dott Petitgand, nelle condizioni, eccezionalmente favorevoli, in cui il caso l'avea posto.

« Senza perdere un solo istante di vista il condannato che mi ero ripromesso di osservare, dice egli, e perfino coll'esclusione dei suoi compagni, io scambiai ad alta voce, a proposito di quell'uomo, alcune parole coll'ufficiale incaricato di procedere all'esecuzione, e notai che, dal canto suo, il paziente mi esaminava colla più viva attenzione. Terminati i preparativi, io mi tenni a due metri da lui; egli s'era inginocchiato, e prima di abbassare la testa, aveva scambiato ancora con me un rapido sguardo.

« Colpita da un unico fendente di sciabola, la testa cadde a metri 1,20 da me, senza rotolare, come avviene d'ordinario: ma la superficie di sezione venendo ad applicarsi immediatamente sulla sabbia, l'emorragia si trovò così accidentalmente ridotta al *minimum*.

« In quel momento, io fui atterrito nel vedere gli occhi del giustiziato *fissi risolutamente nei miei*. Non osando credere ad una manifestazione cosciente, feci con lestezza un quarto di circolo intorno alla testa giacente a' miei piedi, e dovetti constatare che gli occhi mi seguivano durante questo movimento. Ritornai allora alla mia prima posizione, ma questa volta più lentamente; gli occhi suoi mi seguirono durante un brevissimo istante, e poscia mi abbandonarono repentinamente. La faccia esprimeva in quel momento una manifesta angoscia, l'angoscia straziante di una persona in istato d'asfissia acuta. La bocca s'aperse con violenza, come per un ultimo richiamo d'aria respirabile, e la testa, posta così fuori dalla sua posizione d'equilibrio, rotolò da un lato.

« Questa contrazione dei muscoli mascellari fu l'ultima manifestazione della vita. Dal momento della esecuzione erano trascorsi da quindici a venti minuti secondi.

« Da questi fatti io credo di poter concludere che la testa, separata dal corpo, è in possesso di tutte le sue facoltà, finchè l'emorragia non oltrepassi certi limiti, e che la proporzione d'ossigeno disciolto nel sangue sia sufficiente al mantenimento della funzione nervosa, vale a dire durante alcuni istanti brevissimi, e che non possono eccedere guari la metà d'un minuto. È il tempo durante cui il giustiziato ha potuto levare gli occhi su di me, seguire i miei movimenti intorno alla sua testa, e riconoscere la persona che aveva attirato la sua attenzione alcuni istanti prima del supplizio.

gare normalmente l'esistenza in certe persone gravemente ammalate per la perdita di questo elemento.

Di mano in mano che la centralizzazione si accentua, ed a misura che la coscienza si individualizza, gli atti primitivi svaniscono e si compiono istintivamente, indipendentemente da ogni volontà. Il cuore batte, i polmoni respirano, lo stomaco digerisce senza che la volontà abbia ad ingerirsene menomamente; ed è questa una fortuna, inquantochè dal momento che la volontà cessa d'essere incosciente per divenire personale, la regolarità degli atti più essenziali per la vita sarebbe in particolar modo compromessa (specialmente nell'uomo). È per gradi che il pensiero s'è centralizzato nel cervello; ed è per gradi che l'essere acquista la coscienza della sua individualità psicologica, del suo *io*.

Questa personalità dell'essere, questa coscienza, quest'*io* incominciò dalle schiere più umili dell'animalità (1). Il mollusco, il pesce, il rettile,

---

(1) Essa ha fin già avuto inizio nel mondo delle piante, il quale è ben lungi dall'essere inerte quanto sembrerebbe. Ricordiamo qui come attestazioni di fatto le osservazioni e gli apprezzamenti seguenti, estratti dalla nostra opera *Contemplazioni scientifiche:*

« La pianta è un essere che personifica, sotto un tipo speciale, la forza sconosciuta alla quale abbiamo dato il nome di *vita*, forza ad un tempo universale e individuale, che respira in tutta quanta la creazione. E questo tipo di vita, per quanto differente esso sia dal tipo umano, non è meno completo e pieno d'interesse per sè stesso.

« La pianta respira, la pianta mangia, la pianta beve, la pianta dorme. Essa respira, come noi, l'aria atmosferica, che avviluppa il globo d'una sfumatura azzurrina, e la sua respirazione ha luogo in senso inverso della nostra; essa consuma l'acido carbonico, elemento mortale per noi, ed ha precisamente per iscopo di ristabilire senza tregua l'equilibrio dei principî dell'aria.

« Essa mangia e beve; i suoi alimenti sono l'acqua, il carbonio, l'ammoniaca, il solfo, il fosforo. L'organizzazione meravigliosa delle sue radici e delle sue foglie le permette di prendere e perfino d'andare a cercare i suoi principî nutritivi nell'aria e nel suolo, tanto lontano quanto le sue braccia ponno estendersi. — Essa dorme; la maggior parte delle piante seguono docilmente la natura, e dormono dal tramonto al levar del sole; ma, altre, belle neghittose, vegliano tardi, osano appena di levarsi prima del mezzodì, e perfino non si svegliano affatto quando il tempo sia piovoso.

« Una relazione segreta lega la pianta alla luce; l'ora del loro risveglio e del loro sbocciamento varia secondo le famiglie; ve ne ha che seguono le stagioni e le fluttuazioni della temperatura; altre sembrano conformarsi, quali figlie più sommesse, al cammino apparente del sole e conservano abitudini regolari. È basandosi su quest'ultime che Linneo costrusse l'orologio di Flora, che tutti conoscono.

« La pianta gode, senza dubbio, di facoltà elettive, e sa apprezzare il nutrimento che le conviene. Ascoltate, per esempio, questa storiella:

« Sopra le rovine di New-Abbey, nella contea di Galloway, cresceva un acero in mezzo ad un vecchio muro. Là, lontano dal suolo, al disopra del quale il mucchio di pietra si eleva già di alcuni piedi, il nostro povero acero moriva di fame, fame di Tantalo, poichè al piede stesso del muro arido si estendeva la terra buona e nutriente.

« Chi dirà i sordi moti di soprassalto dell'essere vegetale che lotta contro la morte, le sue torture silenziose e i suoi muti languori, galvanizzati dalla brama ardente? Chi saprà raccontare, nei suoi particolari, ciò che s'è passato nell'organismo del nostro povero martire; quali attrazioni si stabilirono, quali facoltà si acuirono, quali leggi imperiose si rivelarono, quali virtù furono infine create?... Fatto sta che il nostro acero, acero energico ed avventuroso se mai ve ne fu uno, volendo vivere ad ogni costo e non potendo attirare la terra a sè, camminò lui, l'immobile, l'incatenato, verso questa terra lontana, oggetto de' suoi ardenti desiderî.

« Camminò? no; ma si stirò, si allungò, tese un braccio disperato. Una radice improvvisata per la circostanza fu emessa, spinta nell'aria, inviata in ricognizione, diretta verso il suolo, ch'essa raggiunse... Con quale ebbrezza essa vi si affondò! L'albero era salvo finalmente. Nutrito da questa radice novella, esso cambiò posto, lasciò morire quelle che invano si affon-

sanno che esistono, difendono la loro esistenza verso e contro tutti, e considerano il mondo intiero in rapporto alla loro piccola personalità.

---

davano nelle muraglie; poi, raddrizzandosi, a poco a poco, abbandonò le pietre del vecchio muro e visse sull'organo liberatore, che bentosto si trasformò in un vero tronco. Che pensate voi di questa persistenza? Non trovate che questo istinto assomiglia moltissimo all'istinto animale, e perfino, osiamo confessarlo, alla volontà umana?

« Un illustre botanico del XVIII secolo, Duhamel, racconta che un giorno egli fece scavare un fossato tra un viale d'olmi ed un campo fertile allo scopo di intercettare il passaggio alle radici e di preservarne il campo. Ora, quale decisione presero questi sfortunati vegetali, ai quali si toglievano i viveri? Essi fecero prendere una svolta alle radici che non erano state tagliate; discesero lungo la scarpa, passarono sotto il fossato, e ritornarono al loro banchetto permanente. Era ad un tempo per ritrovare il loro nutrimento consueto e per evitare la luce; imperciocchè, osservazione questa degna dell'interesse del filosofo, vi sono nelle piante due parti ben distinte: l'una terrestre, che fugge la luce; l'altra, aerea, che la cerca, la reclama e la beve da tutti i suoi pori.

« La poesia ha spesso paragonato fra loro i fiori e le donne. Io amerei meglio prendere la stessa pianta per questo paragone. Non è dessa l'imagine della donna, della donna che, per la sua solidità morale e pel suo valore, deve fissare fortemente le radici della famiglia in un suolo scelto, e nel tempo stesso elevarsi essa stessa, come uno stelo profumato, verso la bellezza, verso la luce, e condur seco l'uomo e il fanciullo in questa ascensione verso l'ideale?

« Luce! luce! dice Gœthe, al momento di rendere l'ultimo sospiro. Questo grido dell'anima, quest'aspirazione d'un simbolismo sublime, che dovrebbe raggiare sulla fronte di tutte le intelligenze umane, questa sete di luce, è la prece supplichevole, incessante, della pianta aerea, del ramo dalle foglie verdeggianti, del fiore dalla corolla profumata.

« Trasportiamo una pianta, una pianticella di nasturzio, nell'interno di una camera rischiarata da una sola finestra, e noi vedremo bentosto tutte le foglie volgere la loro faccia superiore dal lato di quella finestra.

« Un gran numero di osservatori — nel numero dei quali amerei pormi, se non preferissi Urania a Cerere, a Flora, a Pomona — un gran numero di osservatori, ripeto, constatò questo gran fatto della *tendenza verso la luce*. Si sono sparse sementi su del cotone imbevuto, galleggiante alla superficie d'un vaso d'acqua, e trasportato questo vaso in diversi punti d'una camera rischiarata da un solo spiraglio laterale, le piccole radici si dirigevano verso la parte oscura della camera, e gli esili steli si piegavano volgendo la loro fronte verso il puro bacio della luce.

« Questi esseri primitivi, innocenti e immersi in una mezza sonnolenza, mi ricordano i bambini nella culla, i quali distinguendo a mala pena i colori e gli oggetti, piegano nondimeno con ostinazione la loro testa in cerca della luce, e tendono le braccia verso ogni luce, come se si ricordassero d'un destino luminoso, velato da un sogno fantastico...

« Ah! com'esse amano la luce, queste piante dalle sensazioni sconosciute, e come esse si elevano senza posa per goderne a larghi polmoni! È uno strano ed ammirabile contrasto l'umiltà di questi esseri e lo splendore dei loro desiderî. Non avete voi visto talvolta, in una cantina oscura ed umida, delle miserabili piante languenti e scolorite, dei... pomi di terra, se occorre dirne il nome, pallidi germogli allampanati, emettere uno stelo tenace e pieno di vigoria, che si leva, sale, si appiccica alla muraglia... e si eleva con perseveranza fino allo spiraglio ove l'attira la luce?

« Si è visto una povera pianticella, di cui il nome è tutta un'umiltà, la clandestina, parassita della famiglia delle orobanchee, la quale non s'eleva d'ordinario che di pochi centimetri, drizzarsi e giganteggiare fino all'altezza prodigiosa di centoventi piedi, per oltrepassare lo spazio che la separava da un lucernario in fondo ad una miniera di Mansfeld.

« Un osservatore constatò che un gelsomino eroico attraversò otto volte una tavola forata che lo separava dalla luce, e che veniva voltata verso l'oscurità, dopo ciascun nuovo movimento del fiore, per osservare se alla fine questo non si stancherebbe.

« Che pensare sopratutto della *sensitiva*, che il più leggier contatto basta per colpire di stupore e immergere in una sorta di letargo? Quanta delicatezza di sensazioni in quelle piante! Si vedono, sotto i tropici, campi interi di veri sensitive. Il rumore dei passi di un cavallo le fa contrarre da lungi, come se ne fossero state spaventate. Esse si abbassano con precipitazione all'avvicinarsi di un uomo; e si vede allora una leggiera scossa propagarsi d'un tratto come un segnale d'allarme nelle colonie di questi vegetali sensibili che un importuno spaventava. L'ombra d'una nube basta per produrre una manifesta animazione in mezzo ai loro gruppi. Essa è pressochè nervosa la sensitiva. I narcotici attutano la sua sensibilità, così come indeboliscono la nostra. Inaffiata coll'oppio, s'addormenta e diventa insensibile. Una scarica elettrica la uccide. E tuttavia, cosa meravigliosa! si giunge ad addomesticarla! Desfontaines

Essi incominciano già a pensare. Il pensiero si sviluppa colla coscienza dell'*io*. Niuno mette più in dubbio oggidì l'intelligenza degli animali. L'osservazione dei costumi, l'analisi delle azioni volontarie e delle manifestazioni diverse del sentimento nelle scimie (ancor troppo poco studiate fin qui), nei cani, nelle formiche, nei gatti, negli elefanti, nelle api, e, del resto, un po' in tutte le specie animali, dimostra in modo da non ammettere repliche, che, a fianco ed al disopra dell'istinto ereditario, l'anima delle bestie è dotata di tutte le facoltà di cui va orgogliosa l'anima umana, in gradi diversi, generalmente d'assai inferiori, ma che tuttavia, in certi casi, si sono mostrati superiori relativamente financo alla media delle anime umane. Non è raro il vedere, anche fra popoli civilizzati, dai genitori provare cogli atti che l'affezione loro e l'attaccamento ai bambini sono assai al disotto di ciò che si osserva nei gatti, nei leoni e nelle tigri. Non è raro, non più, di incontrare taluni uomini meno intelligenti delle formiche, meno buoni dei cani, meno astuti delle scimie, che, in una parola « non hanno nulla in essi » e sono incapaci della benchè menoma iniziativa o di comprendere checchessia.

I Boschimani (1), gli Andamani (2), gli Ottentoti, i Papuasi, giacciono in uno stato così rudimentale d'intelligenza che si potrebbe credere non pensino affatto. Un gran numero di queste tribù non ha alcuna parola per dire animale, pianta, suono, colore, ed esprimere altre idee altrettanto semplici, mentre si valgono di espressioni speciali per designare ogni animale, ogni pianta, ogni suono, ogni colore. La facoltà d'astrarre manca loro in modo assoluto. Essi sanno contare fino a cinque; ma al di là non vi è più numero; è la moltitudine. Altre popolazioni selvagge contano fino a dieci, fino a venti; più animali sono andati assai oltre. Si vedono nell'Asia meridionale e nell'Africa orientale delle tribù che vivono assolutamente allo stato di riunioni transitorie, alla foggia delle scimie, senza avere ancora il sentimento della vita di famiglia, del matrimonio, che sono le basi della civiltà umana. I negri ancora mezzo-scimie, che vivono nelle alte regioni del Nilo, sono, da quanto riferiscono molti missionari, assolutamente ribelli ad ogni idea qualsiasi, non solo incapaci di riflessione, ma incapaci altresì di riconoscenza, e per con-

---

ne aveva posta una in una vettura: spaventata dalle scosse e dai soprassalti, essa si ripiegò dapprima istintivamente sopra sè stessa; poi, a poco a poco, vi si abituò e riprese la sua tranquillità. Ma quando la vettura si arrestava, pareva rimaner attonita di bel nuovo, aveva paura, e si contorceva in sè stessa. »

Noi andremmo ancor più lontano nell'apprezzamento della vita e della personalità delle piante, quando richiamassimo l'attenzione dei nostri lettori sui fatti e sulle gesta delle *piante carnivore*. Ma non ne è qui il luogo.

Sotto queste manifestazioni di una vita sconosciuta, il filosofo non può astenersi dal riconoscere nel moto delle piante un inno del coro universale.

(1) Tipo di transizione, secondo il De-Quatrefages, fra il ramo Caffro e e la razza antica e decaduta degli Ottentoti.

(2) Abitanti delle isole Andamane nell'Oceano Indiano, presso Malacca.

Note del Trad.

seguenza inferiori, sotto questo riguardo, ai cani. Basta leggere i racconti dei viaggiatori che ebbero sott'occhi queste popolazioni, per giudicare del loro stato d'inferiorità morale e intellettuale.

Se, d'altra parte, si analizzano i procedimenti psicologici messi in uso nei raziocini degli animali, nelle manifestazioni delle loro volontà e dei sentimenti loro, si riconosce, che al par di noi, essi concludono per via di induzione e di deduzione. Non è che una differenza di grado; non già una differenza di natura. Il fanciullo non perviene a ragionare che con una grande lentezza, e i suoi primi modi di raziocinio sono ad un tempo rapporti e comparazioni. Un fanciullo d'un anno è ancora un piccolo animale sotto questo rispetto; le sue facoltà intellettuali sono ancora allo stato di germi, e non si svilupperanno che gradualmente. — Da prima, vera scimietta, vorrà tutto imitare, e sarà quella la prima

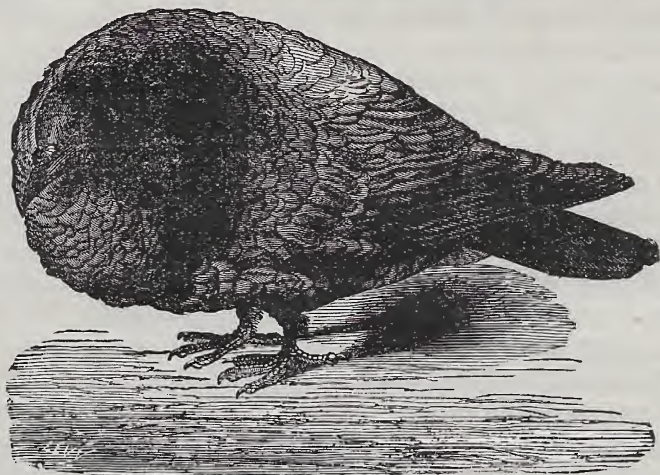



Fig. 83. — Piccione dopo l'ablazione dei lobi cerebrali.
(Il cervello spunterà di nuovo e l'intelligenza riapparirà.)

causa del suo progresso. Poi incomincerà a giudicare, assai semplicemente, delle cause e degli effetti, e generalmente giudicherà con molta esattezza. Più tardi si giungerà a ingannarlo in mille guise differenti, e sgraziatamente la nostra falsa educazione sociale avvolge l'adolescente in una rete di errori e di pregiudizi, lo istruisce male e gli impedisce di elevarsi liberamente nella via del progresso.

È altrettanto certo che le prime combinazioni chimiche sono nate da associazioni di molecole fra di esse, che le affinità chimiche sono derivate da queste combinazioni, che gli organismi primitivi elementari, colle loro proprietà vitali, sono derivate da queste affinità, quanto che l'anima vegetativa, causa della vita, s'è gradualmente formata mediante il progresso degli organismi, che l'anima animale, fonte dei fenomeni della co-

scienza della volontà, è uno sviluppo dell'anima vegetativa, e così pure che l'anima umana è un perfezionamento dell'anima animale.

La natura immensa è là davanti a noi. Il nostro dovere è di studiarla sotto tutti i suoi aspetti, di udire tutte le sue voci, e di interpretare tanto fedelmente quanto possibile tutti i suoi insegnamenti. Davanti a certe difficoltà che appaiono talora insormontabili, un gran numero di filosofi credono tagliar nette le questioni imitando lo struzzo che nasconde la testa nella sabbia per non veder più nulla; non è quella una soluzione.

Ma non bisognerebbe credere perciò che la scienza abbia ancor detta la sua ultima parola, o che lo studio della natura si fermi alla superficie delle cose o ai fenomeni meccanici, fisici, chimici e biologici. Le facoltà dell'anima umana, e il sentimento stesso, con tutte le sue aspirazioni, appartengono di diritto allo studio della natura, e non sono al di là dei limiti della scienza.

Ora, senza che sia necessario di interrogare individualmente ognuno dei nostri lettori, è altrettanto certo che due e due fanno quattro, quanto che nessuno d'essi sarebbe soddisfatto se il capitolo che noi scriviamo ora « sullo sviluppo e sulla progressione della vita » e che doveva condurci gradualmente dal protoplasma fino all'uomo, si arrestasse a questo punto.

Perchè? Perchè ógnuno di noi sente di non essere solamente un animale, al modo stesso che ogni animale non è solamente un vegetale, e che ogni vegetale non è solamente una sostanza chimica minerale.

Già nell'animale, e sopratutto nell'animale superiore, l'anima attesta che essa è una forza dirigente e non già una proprietà. La materia che costituisce il corpo ha proprietà chimiche, fisiche, ecc., e queste proprietà agiscono costantemente nell'organismo. Un essere vivente subisce, come tutti gli altri, a modo d'esempio, gli effetti della gravità; e le leggi della meccanica sono in azione tanto nel moto del muscolo che solleva un braccio, quanto nella caduta di un alimento dalla bocca allo stomaco. Ma non sono queste proprietà della materia che danno ad un essere vivente la sua esistenza, la sua forma, la sua vitalità, la sua personalità. Prendiamo un esempio citato da Claudio Bernard.

« Se in un orologio elettrico, dice egli, si levasse l'acido dalla pila, non si concepirebbe come il meccanismo potrebbe continuare a funzionare: ma se si restituisse in modo acconcio l'acido soppresso, non si comprenderebbe maggiormente che il meccanismo si rifiutasse a riprendere il suo movimento. Tuttavia non ci crederemmo obbligati a concludere da ciò che la causa della divisione del tempo in ore, in minuti, in minuti secondi, indicati dall'orologio, risieda nelle qualità dell'acido, o nelle proprietà del rame o della materia che costituisce le lancette e gli ingranaggi del meccanismo (1). »

(1) Claudio Bernard. *La Scienza sperimentale*, pag. 126.

E altrove:

« I fenomeni di creazione organica degli esseri viventi mi sembrano di natura tale da dimostrare che *la materia non ingenera i fenomeni che manifesta*. Essa non è che il *substratum*, e non fa assolutamente che dare ai fenomeni le loro condizioni di manifestazione (1). »

E altrove ancora:

« Bisogna ben guardarsi dal confondere le *proprietà* della materia colle *funzioni* che esse disimpegnano. Non si troverebbe assurdo il dire che le fibre muscolari della lingua e quelle della laringe hanno la proprietà di parlare e di cantare, e quelle del diaframma la proprietà di respirare? È la stessa cosa per le fibre e le cellule cerebrali, esse hanno proprietà generali di innervazione e di conduttibilità, ma non si saprebbe attribuir loro per ciò la proprietà di sentire, di pensare o di volere (2). »

La vita esiste ed agisce. Essa ha prodotto il pensiero. Anche il pensiero esiste; è una forza che ha coscienza di sè, che sente, che vuole e che agisce. Essa non è punto materia. Il corpo e il moto sono puri fenomeni: il primo non è che un'imagine della sostanza, il secondo dell'azione; ma l'uno e l'altro sono effetti della forza. In ultima analisi, è *la forza* che noi troviamo. Noi l'abbiamo vista nascere, umile, debole, sorda, incosciente, nel protoplasma. L'abbiamo vista farsi grande insensibilmente, affermarsi, governare, regnare nel magnifico sviluppo del regno animale. La vediamo al suo apogeo nell'uomo (al suo apogeo terrestre, perchè in altri mondi, e in condizioni più perfette, essa può essere incomparabilmente più elevata e più grande). Il pensiero umano è la sintesi di tutte le energie della natura, poichè egli se le è tutte assimilate.

In tal modo l'anima umana non è stata creata tutta d'un getto, e non è stata infusa in un corpo creato egualmente d'un sol tratto. Una tal concezione è pretta mitologia. Noi vediamo, noi constatiamo che l'essere umano tutto quanto, organismo e pensiero, s'è formato lentamente, gradatamente di secolo in secolo. Ancor oggi esso continua a perfezionarsi in delicatezza nervosa e in potenza cerebrale, nel tempo stesso che l'essere pensante si fa grande nel suo sapere, nel suo modo di giudicare, e nella ragion sua. Questo essere pensante, da prima semplice affinità minerale, più tardi centro d'attrazione organica, anima vegetativa, anima animale, è immateriale come le forze che si manifestano a noi nell'attrazione degli astri fra di loro, nella legge di gravità, nella luce, nel calore, nell'elettricità, e appartiene a quell'ordine degli invisibili e degli imponderabili, che risiede nel mezzo etereo di cui l'universo materiale parrebbe altro non essere che una condensazione. Nessun fisico, nessun

(1) Claudio Bernard. *La Scienza sperimentale*, pag. 133.
(2) Claudio Bernard. *Discorso di ricevimento all'Accademia Francese*.

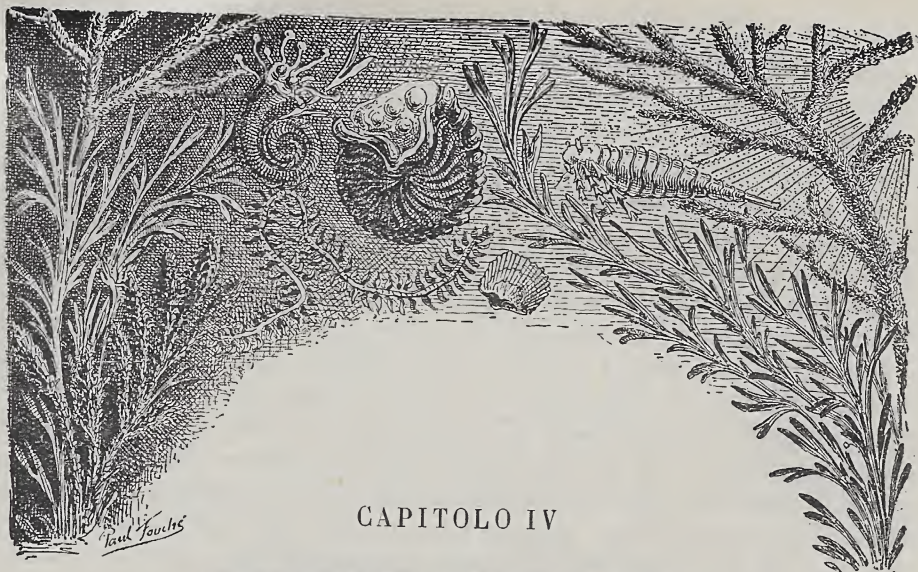
astronomo ha mai veduto dell'etere; e niuno dubita tuttavia della sua esistenza, poichè è fino a lui che bisogna risalire per trovare tutte le cause del moto e della trasmissione del moto. La sostanza animica non è già materia, ma forza, e, come tutte le forze, ha senza dubbio il suo principio d'azione nell'etere. Si può ritenere che l'etere è la sostanza delle anime.

L'essenza della forza ci è sconosciuta, nè sappiamo affatto in che essa consista. Noi teniamo una pietra in una mano; essa cade; dove è il legame invisibile che l'ha trascinata verso terra? Il nostro pianeta gira con rapidità intorno al sole; qual è la frombola che lo fa roteare? Ecco un poliedro di rame che si forma, una stella di neve, un fiore di ghiaccio; dov'è la mano che sovrappone le molecole secondo forme determinate? Gli elementi sembrano obbedire ad un ritmo misterioso che li dirige, ognuno secondo le sue funzioni, come in passato era credenza si edificassero da loro stesse città di marmo ai suoni della lira di Orfeo... Versiamo in una soluzione limpida di solfato di potassa una soluzione egualmente chiara di solfato d'allumina: il miscuglio si fa torbido, e noi vediamo tosto apparire miriadi di cristallini scintillanti come diamanti, e che altro non sono che cristallo di rocca: ognuno di questi piccoli diamanti d'un millimetro è composto di 94 molecole aggruppate secondo una ammirabile simmetria, e in alcuni minuti secondi sono stati creati più miliardi di questi edifici! È essa visibile la forza che li ha edificati?... Ecco due grani, della grossezza di due lenticchie: sotto il rispetto fisico e chimico, essi sono identici; eppure l'uno darà vita ad una pianticella che non durerà fino all'autunno, e l'altro ad un albero gigantesco che dominerà gli anni e i secoli: in che consiste la differenza dei due germi? In una forza invisibile che governerà, dalla sua nascita alla sua morte, l'evoluzione del vegetale... Tutte le uova si rassomigliano in origine: fra di esse, sia che ne esca un pesce, un topo, un elefante od un uomo, vi è somiglianza di struttura, e nondimeno quale differenza di destini! Ora, tutte queste differenze sono nella forza latente e invisibile, incorporata in ognun d'essi... L'occhio non scorge tutto. Parlando a stretto rigore, esso non vede quasi nulla di ciò che esiste, o almeno nulla in quel modo che esso esiste. Il fondo delle cose non è già la materia, è la forza. L'universo è un dinamismo.

La scienza non condanna dunque i nostri sentimenti, le nostre aspirazioni e le nostre speranze. Essa, al contrario, li constata, li classifica, e dover suo sarà di spiegarli e di giustificarli. Una scienza ancora incompleta, come quella che l'uomo ha acquistata dal poco tempo ch'esso si affatica, lascia ancora molte soluzioni nell'ombra. Una scienza più progredita ci riavvicinerà di più in più alla verità, e porterà sempre maggior luce intorno a noi. La credenza nell'esistenza di Dio e nell'immortalità dell'anima umana non è già messa in pericolo dalle teorie di cui noi ci

siamo fatti testè gl'interpreti; chè, anzi, la scienza condurrebbe piuttosto a dubitare dell'esistenza della materia: o possiamo quanto meno essere certi che l'universo materiale non è affatto ciò ch'esso ci parrebbe essere: *il mondo visibile è composto di atomi retti da forze immateriali.*

Ma è importante che tutti gli spiriti sinceri che si preoccupano in qualche modo della verità, siano profondamente penetrati di questo assioma: *non si sa che ciò che si sa,* vale a dire che ciò che si è appreso. Dalla scienza in fuori, ogni soluzione non può essere che nulla, falsa o menzognera. Nessuna rivelazione diretta di Dio è mai venuta ad apprenderci alcunchè su checchessia. Il più grande ostacolo alla via del progresso, non è forse ancora l'ignoranza, ma sono le false soluzioni date da pretesi interpreti della Divinità, e, ancor oggi, la metà dell'umanità pensante è fuorviata dai principî stessi della sua prima educazione. Essa crede di star attaccata alla verità, mentre non si aggrappa che all'illusione, come l'aereonauta, sospeso nello spazio, agli ultimi lembi dell'aereostato che si va vuotando di gas e si squarcia. La vera forza ascensionale dell'umanità è la scienza — la scienza generale, s'intende — lo studio della natura in tutta la sua estensione, l'analisi delle facoltà umane non meno della conoscenza della costruzione dell'universo. Senza dubbio questa scienza non è schiava d'alcuna setta, nè d'alcun sistema; ma essa non è punto per ciò materialista od atea; essa è all'opposto essenzialmente spiritualista, assai più d'ogni religione, poichè non ha mai inventato degli Dei rimpiccioliti fino al livello delle passioni umane, e non lo farà mai; la sua opera si è quella di elevarci senza posa verso l'ideale, di farci ammirare la natura delle leggi e delle forze la cui essenza risiede, misteriosa sempre, nel dominio dell'invisibile e dell'infinito.

Paul Fouché

CAPITOLO IV

PRIME PIANTE E PRIMI ANIMALI.

I fossili più antichi. — Periodi laurenziano, cambriano e siluriano.

Le descrizioni e i quadri precedenti hanno delineato a grandi tratti la storia *fisiologica* della Terra. È la sua storia geologica che va ora a svolgersi dinanzi ai nostri occhi parallelamente alle scene precedenti. Noi abbiamo assistito all'origine stessa della vita, al suo graduale sviluppo, al suo splendido progresso alla superficie del mondo, a cominciare dall'umile protoplasma chimico fino all'anima umana; stiamo per ritrovar ora nei fossili appartenenti ad ogni singolo terreno le testimonianze irrecusabili del cammino progressivo della vita dai tempi più antichi fino ai giorni nostri.

Noi abbiamo già visto come il globo terrestre propriamente detto, che s'è condensato dalla nebulosa solare, fu, durante secoli e secoli, allo stato di incandescenza, s'è lentamente raffreddato, e s'è dapprima coagulato alla superficie, e poi indurito come un metallo fuso che si raffredda e si solidifica: questo globo è stato sprovvisto d'ogni specie di vita, e non si saprebbe trovare in esso alcuna traccia d'organismi qualsiansi. Allorchè l'atmosfera che lo circondava si fu condensata, che i vapori raffreddati divennero liquidi, che le acque così formate ebbero costituito i mari, che la temperatura di quelle acque fu scesa a circa 60°, gli elementi chimici che galleggiavano in quelle acque, le combinazioni del carbonio, diedero origine ai primi organismi. Questi primi organismi, gelatinosi, albuminoidi, non hanno potuto fossilizzarsi ed essere conservati ad istruzione dei secoli venturi. I primi fossili sono quelli degli esseri che, sepolti nel fondo fangoso del mare, andarono sottratti alle

influenze distruggitrici degli animali contemporanei, dell'acqua e dell'aria, e si sono trovati in un suolo di costituzione tale da favorire la loro pietrificazione. In un terreno permeabile, nelle sabbie o nei gres (1), a modo d'esempio, la fossilizzazione, che cammina da pari passo coll'indurimento del suolo, avviene altrimenti di quel che nei terreni impermeabili, quali gli argillosi. Talvolta l'animale è semplicemente modellato e non ne resta che la forma, ben fedele, a dir vero, ma al postutto la forma solamente. In altri casi, ognuna delle sue molecole fa posto, per così dire, ad una molecola minerale corrispondente fornita dal terreno che preme sul cadavere, sullo scheletro, conchiglia od altro, e lo assorbe. Altre volte vi è simultaneamente avvolgimento e penetrazione delle conchiglie mediante il calcare; ed altre volte ancora si verifica come un'attrazione della pirite, o bisolfuro di ferro, intorno ai fossili, e perfino nel loro interno. Insomma gli esseri sono conservati, ma non senza subire trasformazioni molecolari più o meno considerevoli. Se il deposito protettore offrisse una impermeabilità assoluta, essi potrebbero essere conservati integralmente attraverso il corso di secoli e secoli. È il caso del limo costantemente agghiacciato della Siberia, o dei cadaveri intieri di mammut che furono rinvenuti senza alterazione alcuna, essendosi perfino la carne e i peli conservati in tutta la freschezza della vita; è parimenti il caso degli insetti imprigionati nella resina e nell'ambra. Ma non sono che rare eccezioni.

Come si sono formati i terreni?

Il globo primitivo, il globo anteriore alla vita, si compone senza dubbio in principal modo di ferro. La densità del pianeta (5,5 o cinque volte e mezza *quella dell'acqua presa come unità*) prova ch'esso è formato da elementi più pesanti di quelli che esistono nella costituzione dalla sua scorza. Il granito pesa da 2,6 a 2,7. È la stessa cosa del gneiss, del quarzo e dei micaschisti. La densità dell'ardesia è di 2,6 a 2,9; quella del basalto da 2,8 a 3,1; quella del calcare litografico di 2,7; quella del gres di 2,2; quella del marmo da 2,6 a 2,8; quella del gesso comune o da scultori di 2,2. Tutto ciò è assai inferiore alla densità media della Terra, e qualora il nostro pianeta fosse composto in ispecial modo di rocce granitiche non peserebbe tre volte più un globo d'acqua delle stesse dimensioni, mentre pesa invece cinque volte e mezza di più. — Questa differenza nella densità della Terra avrebbe conseguenze abbastanza curiose. E infatti noi peseremmo assai meno: colla stessa forza muscolare, noi saremmo assai più leggieri; la Luna girerebbe con minor velocità intorno a noi, e i mesi sarebbero più lunghi, ecc. Tutto si collega nell'unità della Natura.

---

(1) Gres o arenarie — Si dà comunemente questo nome a rocce formate da minuti granuli di quarzo, riuniti intimamente da un cemento appena percettibile. Furono evidentemente in passato sabbie finissime, in cui le acque, colla pression loro, fecero penetrare il cemento calcareo siliceo o marmoso che esse contenevano disciolto. *Nota del Trad.*

Le masse di ferro nativo trascinate talvolta, come avviene in Siberia, dalle profondità del globo alla superficie del suolo, i fenomeni del magnetismo terrestre, la composizione di ferri caduti dal cielo (i quali possono benissimo essere stati lanciati dalla Terra fuori della propria attrazione, durante i tempi primitivi) sono altrettante testimonianze che vengono ad aggiungersi al fatto della densità del globo per condurci ad ammettere che il ferro entra per una gran parte nei materiali costitutivi del nostro pianeta. La sua densità (7,2) è precisamente quella che conviene per dare agli strati inferiori del globo il peso che essi devono avere.

Ritorniamo per un istante ancora all'epoca in cui la Terra, avendo terminato la sua fase solare, e perduta la sua luce e il suo calore, entrava nella sua fase planetaria, globo liquido ancora in fusione, ma in via di raffreddamento.

Le parti più leggiere della massa fusa, quelle il cui peso specifico costringeva ad elevarsi alla superficie, erano nello stesso tempo composte di sostanze le più refrattarie, e se alcuni metalli leggieri vi si frammischiavano cogli elementi del gruppo delle pietre, erano metalli facilmente ossidabili e destinati a trasformarsi immediatamente in basi per unirsi alla silice ed all'allumina. A misura dunque che la perdita di calore per irradiamento faceva progressi, questa specie di *schiuma silicea* non poteva mancare di solidificarsi parzialmente. È vero che la solidificazione delle materie pietrose avendo in generale per effetto di accrescere la loro densità, le prime piastre solide erano destinate a tutta prima ad affondarsi, in luogo di galleggiare sul bagno liquido. Ma questa discesa non poteva trascinarle molto in basso; imperocchè le materie in fusione essendo sovrapposte per ordine di densità, giungeva ben presto un momento in cui ogni piastra solida trovava intorno a sè uno strato fuso del medesimo peso specifico. Allora senza dubbio essa subiva una nuova fusione parziale e financo totale; ma ciò necessariamente a spese del calore latente nelle masse vicine, e quest'effetto, riproducendosi su tutta la superficie del globo ad un tempo, non poteva mancare di produrre, a un dato momento, la formazione in massa di una scorza sferica composta d'un miscuglio di materiali più leggieri con altri già appartenenti a strati un po' meno superficiali. Il granito fuso si solidificò allorchè la temperatura della superficie del globo discese a 1500 gradi.

Prima che questa scorza fosse consolidata, tutta l'acqua dei nostri oceani esisteva allo stato di vapore nell'atmosfera primitiva, di cui la pressione era, deducendola di tal fatto, 250 o 300 volte superiore a ciò che essa è oggi, influendo indubbiamente in maniera spiccata sul modo di solidificazione della schiuma silicea. Coll'acqua si trovavano altresì allo stato di vapore più sostanze volatili, attualmente fissate nella distesa oceanica o nella scorza terrestre, e in ispecial modo cloruri e fluoruri alcalini

Ora, non fu appena formata la crosta, che gli elementi volatili, pri-

Fig. 85. — Pietre d'agata portanti strane figure naturali.

vati allora di ogni comunicazione col focolare del calore che li manteneva allo stato gassoso, hanno dovuto incominciare a condensarsi. S'indovina facilmente ciò che poteva essere la potenza di cristallizzazione e quella di degradazione in questo primo oceano, così ricco di principî attivi e portato ad una temperatura prossima all'ebollizione. Da ciò, senza dubbio, un rimestìo sopratutto chimico, ma in parte altresì meccanico, degli elementi della crosta appena consolidata, e questo rimestìo effettuandosi in un liquido mobile, l'azione della gravità vi doveva determinare una stratificazione di cui è possibile d'altronde che alcune tracce siano già esistite nelle prime piastre solide, in ragione degli sforzi di *tensione* che esse potevano essere obbligate a sopportare prima della condensazione in massa. Aggiungasi che i minerali della scorza, mantenuti in qualche modo in sospensione o per lo meno allo stato di paste viscide, non potevano sfuggire ai fenomeni di *concentrazione molecolare* che si manifestano in tutte le masse eterogenee dotate di una certa mobilità. Sembra dunque ammissibile che si sia fatta una separazione più o meno completa dei diversi elementi, e ciò, di preferenza, secondo ammassi lenticolari allungati nel senso orizzontale. Infine questa prima crosta doveva offrire, da principio, una debolissima resistenza, e, ad ogni istante, le masse rimaste al disotto nello stato liquido o pastoso vi potevano essere iniettate in vene o in strati compatti, prendendo parte alla costituzione dell'insieme, e modificando col contatto loro le parti incassanti.

Tale è l'idea che noi possiamo farci delle condizioni in mezzo alle quali ha dovuto costituirsi questa scorza, destinata a servire di basamento a tutta la serie sedimentare, nel tempo stesso che essa immagazzinava, in certa maniera, al riparo delle influenze esterne, i materiali delle future formazioni eruttive (1).

Questa scorza del globo, questo terreno primitivo, è, come noi l'abbiamo già intravisto, granito, o gneiss, o micaschisto, roccie nelle quali dominano il quarzo, il feldspato e la mica. Questo *terreno primitivo* si ritrova dovunque, in tutti i paesi, sotto tutte le latitudini; esso serve di base agli strati sedimentari formatisi dappoi nelle acque del mare e che vi si sono deposti al disopra. Ora, mentre gli strati di sedimento sono assai varî, non si incontrano dovunque, mancano in certe regioni e si localizzano più o meno nella loro distribuzione e nella loro proporzionalità, il terreno primitivo esiste invece ovunque nelle profondità del suolo. Esso rappresenta dunque in modo certo la superficie del nostro pianeta all'epoca in cui le acque si sono condensate e in cui la vita elaborava i suoi principî costitutivi.

Su di questa roccia universale e primigenia, la cui superficie fu sensibilmente modificata dagli agenti esterni, la pressione delle acque, l'os-

(1) A. de Lapparent. *Trattato di geologia.*

sigeno dell'aria, il calore interno che ancora le giungeva, ecc., su questo basamento fondamentale, anteriore alla vita, si sono deposti i terreni contemporanei della vita.

L'origine di questi *terreni di sedimento* (1) è differente affatto da quella dei primi. Sono depositi, detriti, aggiunzioni straniere alla costituzione interna del pianeta. La pioggia, i venti, il sole, il freddo disaggregano insensibilmente tutto ciò che è ad essi esposto. Non appena le prime isole rocciose, sprovviste ancora di ogni specie di tappeto vegetale, erano emerse dal seno dell'Oceano, non appena le prime roccie di granito, di gneiss, erano usciti dalle acque, non appena le prime montagne si elevavano nell'aria, che questi effetti di disaggregazione incominciavano a prodursi. Le pioggie diedero origine alle sorgenti, le sorgenti ai ruscelli, ai fiumi, ai torrenti, e più tardi ai grandi fiumi. Le acque rotolarono le pietre, le ridussero in frammenti, in ciottoli, in sabbie. Lungo le rive intanto, il mare, rodendo gli scogli, produceva nel tempo stesso, su di una vasta estensione, i ciottoli piatti e le sabbie. Il flusso ed il riflusso delle maree modificava, due volte al giorno, il limite e la configurazione delle spiaggie. Da tutto questo complesso di fatti ne viene che gli elementi della superficie del suolo, ridotti in frammenti più o meno fini sono andati a depositarsi in fondo all'Oceano, ai corsi d'acqua, ai laghi od agli estauri, trascinando con essi tutti i materiali frammentari che vi si trovavano mescolati. Tale è il modo di formazione dei terreni di sedimento, e tale è il modo generale impiegato dalla natura per la conservazione dei fossili.

Tutti i terreni di sedimento non si rassomigliano. Gli uni sono stati formati da sabbia finissima rimasta lungo tempo in sospensione nelle acque calme, e deponentesi con una estrema lentezza su di un fondo orizzontale. Gli altri, come l'arenaria (grès) o pietra di sabbia (*sandstone* degli Inglesi, *sandstein* dei Tedeschi) risultano dalla agglutinazione di una sabbia per mezzo di un cemento qualsiasi; si distinguono così l'arenaria quarzosa, l'arenaria ferruginosa, l'arenaria argillosa o grauwacke, le arenarie psammitiche, le arenarie calcarifere, ecc. Altri ancora, e quest'ultimi si rinvengono dovunque, sono *conglomerati* (2) varî, dai depositi agglomerati di ciottoli piatti, di ciottoli arrotondati, di silice, di ossido di ferro, ecc., travolti dalle acque e saldati più o meno solidamente. Si dà loro anche il nome di puddinghe. Altri ancora, come gli schisti, sono depositi *argillosi;* altri sono formazioni *calcaree*, composte

(1) Etimologia: *Sedimentum*, stato di ciò che è seduto, posato, depositato

(2) Fra i conglomerati più caratteristici vanno notati in Lombardia la *gomfolite miocenica* del Monte Olimpino, e in particolar modo il *ceppo*, curioso miscuglio di ciottoli levigati e talvolta striati di dolomia, di quarzo, di serpentino, di arenaria rossa, di porfido amfibolico, ecc., tenuti insieme da un cemento che è sempre di natura calcarea.

Nota del Trad.

di carbonato di calce, provenienti assai spesso in modo esclusivo da conchiglie ammonticchiate. Appartiene a quest'ordine la creta bianca, roccia friabile a tutti nota, e che il microscopio risolve in un aggregato d'una infinità di particelle di protozoari e di microfiti; vi si trovano frammenti di foraminiferi, con resti di polipi, d'echinodermi, di molluschi, associati a residui silicei di radiolari, di spugne e di diatomee. Certi calcari sono per intiero formati da una accumulazione di piccoli gusci di crostacei d'acqua dolce, quali i cypris. La cristallizzazione dei calcari produce i *marmi*, nei quali si notano spesso delle belle conchiglie rese perfettamente visibili dall'opera di pulimento. Il tripoli è per intiero formato da diatomee, alghe silicee microscopiche, bacilli, gallionelle, ecc. Il carbon fossile o di terra, è un terreno di sedimento formato di resti di vegetali compatti sepolti sotto una pressione potente.

Questi strati si sono sovrapposti gli uni agli altri secondo il loro ordine di successione. I resti di animali e di vegetali che vi s'incontrano appartennero ad esseri che vivevano alle epoche in cui questi strati si sono formati, e, tranne alcune rare eccezioni, che abitavano non troppo discosto dai luoghi ove si rinvengono, inquantochè i lunghi trasporti li consumano e li spezzano. Durante la maggior parte del tempo, l'organismo è conservato mediante sostituzione molecolare, e pietrificato completamente; nulla resta di lui come sostanza; ma la sua forma esterna ed interna, la sua individualità organica è mirabilmente preservata. I depositi aumentano dall'alto naturalmente; e la loro età è dunque di tanto più antica di quanto essi sono situati ad una più grande profondità.

Sotto il rispetto di uno sguardo comprensivo, si dà con ragione alle roccie primitive, granito, gneiss, micaschisto, che rappresentano i materiali cristallini del nucleo del globo, altre volte in bollore e anteriori ad ogni vita, la qualificazione di *azotiche* (1); e ai primi depositi sedimentari che si sono effettuati dopo la condensazione delle acque, il titolo di *paleozoiche* (2). La classificazione è così assai logicamente stabilita: 1.° prima dell'apparizione della vita; 2.° dopo questa apparizione.

La scienza dei fossili è tutta moderna. Si rimase lungo tempo, per secoli e secoli, senza voler ammettere che questi resti d'animali e di vegetali abbiano potuto appartenere in realtà a veri esseri viventi. Erano si diceva, *scherzi della natura*, prodotti sotto l'influenza variabile delle costellazioni, del sole, della luna e dei pianeti, da una forza plastica misteriosa inerente al globo terrestre. Non fu guari che nella prima metà del sedicesimo secolo che i fenomeni geologici incominciarono ad attirare qualche attenzione. A quest'epoca, una viva controversia sorse in Italia, a proposito della vera natura e dell'origine delle conchiglie marine e di

(1) Etimologia: *a* senza, *zoon* vita.
(2) Etimologia: *palaios* antico, *zoon* vita.

Fig. 86. — Curiose pietre arborizzate.

altri fossili organizzati che si trovano in abbondanza nei terreni della penisola. L'illustre pittore Leonardo da Vinci, che, nella sua giovinezza, aveva concepito il piano di più canali navigabili da lui eseguiti nel nord dell'Italia, fu uno dei primi a ragionare in modo sano e logico sull'argomento in questione. « Il limo dei grandi fiumi, dice egli, ha ricoperto le conchiglie fossili, ed è penetrato nel loro interno, allorchè esse erano in fondo al mare presso alle coste. Si pretende che queste conchiglie siano state formate sulle colline mediante l'influenza delle stelle, ma io domando: si vedono forse oggidì le stelle formare sulle colline delle conchiglie d'età e specie differenti? In qual modo, d'altronde, le stelle spiegherebbero esse l'origine della ghiaia che si incontra ad altezze diverse, e che si compone di ciottoli lisciati, che sembrano essere stati arrotondati dal movimento dell'acqua corrente? In qual modo infine spiegare, mediante siffatta causa, la pietrificazione, su queste stesse colline, di foglie, di piante, e di granchi di mare? » Gli scavi fatti nel 1517, pei lavori di riparazione della città di Verona, misero alla luce una moltitudine di pietrificazioni curiose, e fornirono materia alle speculazioni di diversi autori, fra i quali citeremo Fracastoro. Questi dichiarò che, ad avviso suo, le conchiglie fossili erano tutte appartenute ad esseri viventi, che già avevano vissuto nei luoghi stessi dove si trovavano allora le spoglie loro. Egli dimostrò quanto fosse assurdo di far ricorso alla « forza plastica » di Teofrasto, che aveva il sedicente potere di dare forme organiche alle pietre, e provò, colla scorta di argomenti non meno potenti, che era ridicolo l'attribuire la disposizione apparente delle conchiglie in questione al diluvio mosaico come alcuni sostenevano con ostinazione.

Ma queste idee assennate non furono comprese; e tutto l'ingegno e la forza di raziocinio degli scienziati si spesero inutilmente durante tre secoli, a discutere queste due questioni semplici e preliminari, e cioè: in primo luogo, se i resti fossili abbiano mai appartenuto ad esseri viventi; e secondariamente, se, ammesso questo principio, tutti i fenomeni non potessero spiegarsi col diluvio di Noè. Fino all'epoca di cui parliamo, la credenza generalmente ammessa nel mondo cristiano, era che l'origine del nostro pianeta non risalisse a più di seimila anni, e che, dopo la creazione, il diluvio fosse stata l'unica catastrofe che avesse operato un cangiamento considerevole alla superficie della Terra. D'altra parte, l'opinione che la dissoluzione finale del nostro sistema fosse un avvenimento che si dovesse aspettarsi in un'epoca prossima era quasi altrettanto generalmente sparsa. La fine del mondo avrebbe dovuto arrivare nel mille; ma questo famoso anno era passato senza catastrofi e così i seguenti; e, da cinquecento anni, i monaci fruivano pacificamente delle laute concessioni di terreni che avevano loro fatto i pii donatori senza che si riconoscesse l'errore della profezia.

Benchè al sedicesimo secolo, fosse divenuto necessario di interpretare

più largamente certe predizioni concernenti il millenario, e di assegnare una data più lontana alla futura conflagrazione del mondo, si trova nelle speculazioni dei geologi, un'allusione costante al prossimo arrivo di una tale catastrofe. Quanto a tutto ciò che concerne l'antichità della Terra, le opinioni dei secoli d'ignoranza si mantennero senza la minima modificazione. Il primo tentativo fatto nell'intento di cancellare, col sussidio di prove fisiche, un articolo di fede così universalmente riconosciuto, eccitò un allarme assai vivo, ma, mercè lo spirito di tolleranza relativa che esisteva fra il clero italiano, fu concesso di discutere intorno a questo argomento con tutta libertà. I preti stessi presero parte alla controversia, pronunciandosi spesso per le differenti soluzioni della questione. — Pur deplorando la perdita di tempo e di lavoro consacrati alla difesa d'opinioni insostenibili, occorre riconoscere che, in questa polemica, si spiegò assai meno acrimonia di quella che scoppiò in Francia fra certi scrittori due secoli e mezzo più tardi.

Questo sistema di dispute scolastiche, incoraggiato nelle Università durante il medioevo, aveva sgraziatamente condotto ad abitudini d'interminabili argomentazioni; e siccome questi combattimenti intellettuali avevano per scopo ed oggetto la vittoria e non la verità, così s'era giunti al punto di preferire spesso delle proposizioni assurde e stravaganti, per ciò solo ch'esse esigevano maggior abilità per essere sostenute.

Ogni teoria per quanto bizzarra e sottile ch'essa fosse, era sicura di avere i suoi partigiani, purchè avesse riferimento a qualche idea popolare. Andrea Mattioli, botanico eminente, sostenne l'opinione che una certa materia grassa, messa in fermentazione dal calore, dava origine a forme organiche fossili. Tuttavia, dalle sue stesse osservazioni, egli era venuto a conchiudere che i corpi porosi, quali le ossa e le conchiglie, potevano essere convertiti in pietra, pel fatto di essere permeabili a ciò che egli chiamava il « succo lapidificante ». Ugualmente, Faloppio, di Padova, imaginò che le conchiglie pietrificate fossero prodotte mercè la fermentazione, nei luoghi stessi dove le si rinvengono, e che, in certi casi, esse avessero acquistato le loro forme in seguito a « movimenti tumultuosi delle esalazioni terrestri ». Benchè professore d'anatomia assai reputato, egli insegnò che certe zanne d'elefante, scavate a' suoi tempi nella Puglia, non erano altro che concrezioni terrestri; e conseguente coi suoi principî, egli si spinse fino a considerare i vasi del monte Testaccio a Roma, quasichè altro non fossero probabilmente che impressioni naturali che s'erano modellate nel suolo. Mosso dallo stesso sentimento, Mercati, che pubblicò nel 1574 delle figure esatte delle conchiglie fossili conservate dal papa Sisto V nel museo del Vaticano, manifestò l'opinione che queste conchiglie non fossero semplicemente che pietre, la cui configurazione particolare doveva essere attribuita all'influenza dei corpi celesti. Oliviero di Cremona le considerava come semplici *scherzi di natura.*

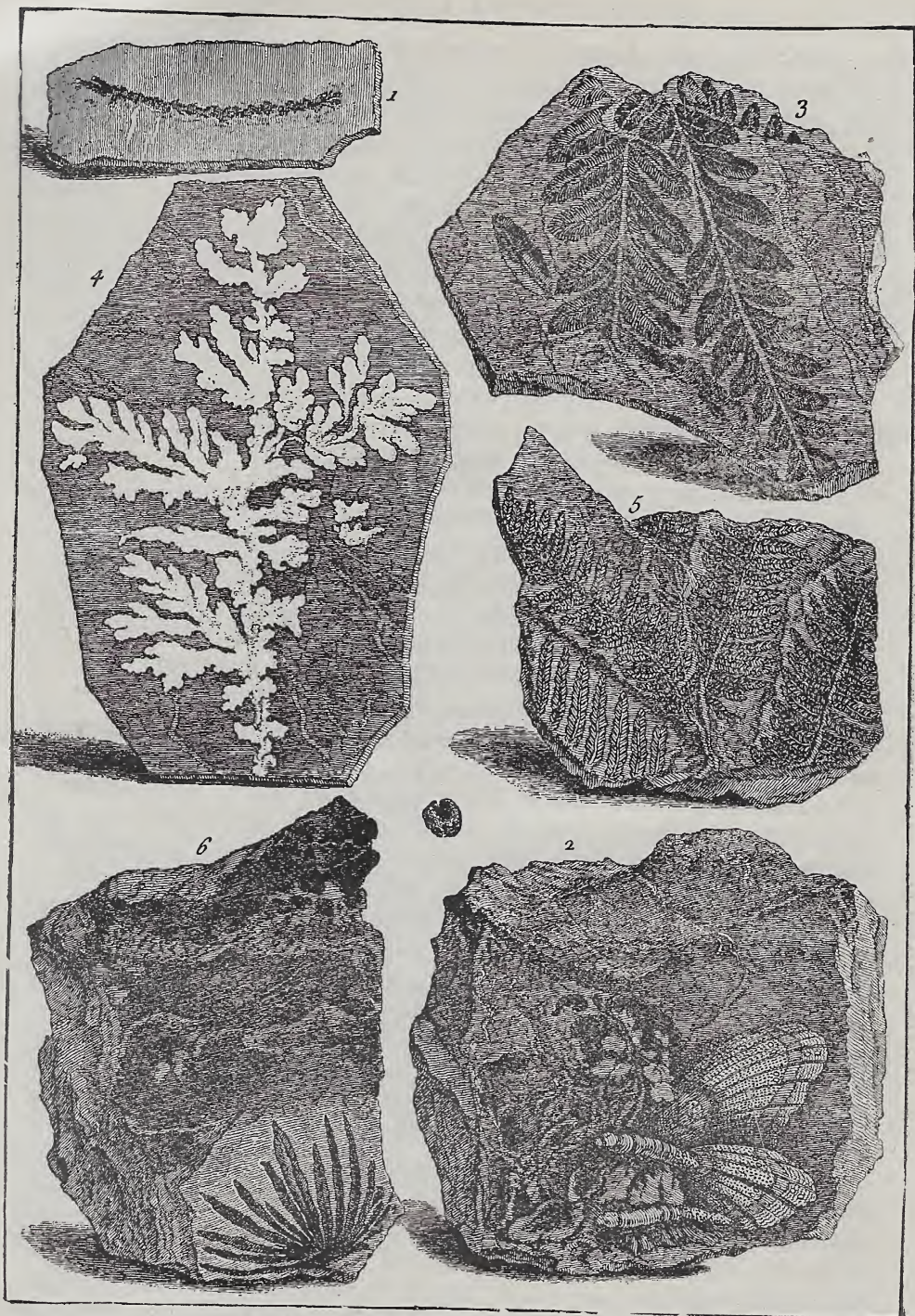



Fig. 67. — Ardesie con pietrificazioni (1751).

Fig. 88. — Collezione di fossili riprodotti coll'incisione fino dal 1751.

Si andò fino a dire che le nummuliti trovate in Egitto erano provviste di lenticchie accumulate dai Faraoni pel nutrimento degli schiavi impiegati alla costruzione delle Piramidi, e pietrificate!

Talune concezioni fantastiche di quei tempi furono giudicate meno irragionevoli delle altre, pel motivo che esse si trovavano in qualche parte d'accordo colla teoria della generazione spontanea d'Aristotele, insegnata allora in tutte le scuole. Uomini imbevuti, fin dalla loro prima giovinezza, dell'idea che una gran parte delle piante e degli uomini viventi fossero stati formati dal concorso fortuito degli atomi, o che essi avessero avuto nascimento dalla materia organica corrotta, potevano facilmente persuadersi che le forme organiche, spesso imperfettamente conservate nell'interno delle roccie solide, dovessero la loro esistenza a cause egualmente oscure e misteriose (1).

Ma l'indipendenza di giudizio stava per farsi strada. Bernardo Palissy osserva direttamente la natura e parla. « Un vasaio, che non sapeva nè di latino nè di greco, fu il primo, dice Fontenelle, che, verso la fine del XVI secolo, osò dire in Parigi, e in faccia a tutti i dottori, che le conchiglie fossili erano vere conchiglie depositate in passato dal mare nei luoghi ove esse si trovavano, allorchè gli animali, e particolarmente i pesci, avevano dato a quelle pietre improntate le loro differenti figure; e sfidò arditamente tutta la scuola d'Aristotele ad impugnare la sua prova. »

Questo *semplice operaio* affronta le questioni più astruse della scienza, e talvolta le risolve. Egli ha risolto quella delle conchiglie fossili.

« E dal momento che si trovano, dice egli, alcune pietre riempite di conchiglie fino alla sommità delle più alte montagne, non bisogna già che tu pensi che le dette conchiglie sieno state formate, come dicono alcuni, perchè la natura si diverta a fare qualche cosa di nuovo. » Egli aggiunge: « Quando io ebbi ad esaminare assai da vicino le forme delle pietre, trovai che nessuna d'esse può prender forma nè di conchiglia nè d'altro animale, se l'animale stesso non vi ha foggiato la propria forma. » — « Bisogna dunque conchiudere, dice egli ancora, che prima che le anzidette conchiglie fossero pietrificate, i pesci che le hanno formate fossero viventi nell'acqua... e che, in seguito, l'acqua ed i pesci si siano pietrificati nello stesso tempo; e di ciò non bisogna dubitare. »

Tuttavia, si persisteva nel dubbio. Benchè fino dal 1669 Stenone avesse data la spiegazione dei terreni di sedimento e dei fossili, Fontenelle, Buffon, Voltaire esitano sulla natura dei fossili, e non indovinano il modo di formazione dei terreni di sedimento. Si scrive nondimeno un grandissimo numero di trattati speciali sui fossili medesimi. In uno d'essi, che noi abbiamo ora dinanzi agli occhi (2), l'autore anonimo, membro

---

(1) LYELL. *Principî di geologia.*

(2) *Orittologia, o trattato delle pietre, dei minerali e dei fossili.* Parigi, 1755.

della Società reale di Londra e dell'Accademia di Montpellier, classifica tra i fossili i minerali, le pietre, i ciottoli, i marmi, i sali, il bitume, il carbone di terra, ch'egli chiama « fossili naturali alla terra » e gli alberi, i rami, le radici, i frutti, le felci, le conchiglie, i pesci, i vertebrati, i denti, le ossa « che si sono pietrificati nelle viscere della terra e sono stati spostati e disseminati dal diluvio universale » e ch'egli qualifica come « fossili stranieri alla terra ». Quest'opera è illustrata da un gran numero di tavole ammirabilmente incise, e non abbiamo potuto resistere al piacere di riprodurne qui pei nostri lettori alcune delle più notevoli. Questi disegni offrono ancora un altro interesse, ed è ch'essi rappresentano precisamente la transizione tra l'epoca in cui si consideravano tutti gli oggetti figurati nelle pietrificazioni come scherzi della natura, e quella in cui si seppe distinguere i veri fossili dai risultati, talvolta così curiosi, prodotti dal caso nel contesto di certe pietre. La prima di queste tavole (fig. 85) rappresenta alcuni modelli di dentriti, copiate fedelmente dalla collezione del museo privato dell'abate Fleury. « La dentrite, dice l'autore, è un'*agata* trasparente, d'un grigio sporco, portante tratteggiature gialle, rosse o nere, che rappresentano arboscelli, arbusti, muschi, eriche ed altri fogliami; sono esse che le fecero dare il nome di pietra arborizzata, dalla parola greca *dendron*, che vuol dire albero. » Poi descrive nei suoi particolari l'aspetto di ognuna di queste trenta piccole figure. — La seconda tavola (fig. 86) rappresenta alcune *pietre arborizzate*, non meno curiose delle precedenti. Sopra queste pietre, la seconda, che è fessa in due parti e mostra talune impronte di piante, parrebbe contenere una vera pietrificazione di fossile; le altre sono certamente « scherzi di natura ». Sulla prima si osserva una città in rovina con campanili, terrazze, del fumo ed un gran cielo; sull'ultima si vede una grotta alla riva del mare, con un pilastro principale che la separa in due parti, e un gruppo di tre uomini che parrebbero discorrersela tra loro. L'autore si dà cura di dichiarare che « l'imaginazione o il bulino dell'incisore non vi hanno aggiunto nulla ». — La terza tavola (fig. 87) riproduce fossili di piante ed animali conservati in *ardesie*. — Secondo l'autore, il N. 4 sarebbe un semplice « scherzo della natura »; ma noi sappiamo oggidì che è ben quello in realtà un fossile vegetale. Infine la quarta tavola (fig. 88) riunisce alcuni campioni di fossili d'animali, altrettanto curiosi quanto indiscutibili. Si trova nella stessa opera un gran numero di ammoniti, di conchiglie, di terebratule, di ricci di mare, ecc., raccolti in diversi punti della Francia.

Insensibilmente la scienza dei fossili si libera dal profondo mistero che l'aveva sempre avvolta. I lavori di Stenone, di Pallas, di Saussure, di Werner, di Deluc, di Hutton, di Playfair, di Smith, di Leopoldo de Buh, di Humboldt, di Guettard, di Cuvier sopra tutti, di Brongniart, di d'Orbigny, di Blainville, di Lyell, di Elia di Beaumont, e dei loro emuli, la

condussero gradatamente al rango di scienza positiva, con cui è caratterizzata oggidì e ne hanno fatto un ramo essenziale della geologia. Cuvier è stato veramente il creatore della *paleontologia* (1). D'allora in poi gli spiriti più retrivi cessarono di dubitare della natura dei fossili, e tutti furono condotti a riconoscere in essi avanzi di animali e di piante, che già vissero durante il succedersi delle epoche anteriori all'apparizione dell'uomo, e che furono conservati nei terreni di sedimento successivamente depositatisi.

Questa elaborazione fu lunga, come si vede. Tuttavia, fino dal tempo dei Romani, Ovidio aveva scritto:

Vidi, ego, quod fuerat quondam solidissima tellus
Esse fretum; vidi factas ex æquore terras;
Et procul a pelago conchæ jacuere marinæ
Et vetus inventa est in montibus anchora summis.

« Io vidi ciò che era stato una volta terra ferma ceder posto al mare; e vidi all'opposto alcune terre formarsi a spese delle onde. Lontano dall'Oceano giaciono conchiglie marine; si trovò un'àncora di forma antica sulla sommità di un monte (2). »

Ma la verità non s'impone agli uomini che lentamente; la vista non si assuefa che gradatamente alla luce di pien meriggio.

In questo po' di storia della geologia non sarebbe forse inopportuno di notare quanto gli spiriti superiori danno amplitudine a tutti gli argomenti che essi prendono a trattare. Talvolta perfino, a furia di allargare la cerchia dell'orizzonte e di spingere sempre più lontano la meta definitiva, essi non la raggiungono mai; ma sulla loro strada fanno abbondanti messi, e queste ricchezze, che sembravano da prima accessorie, acquistarono sovente maggior importanza quanta non avrebbe potuto averne l'oggetto principale. È ciò che ne colpisce, a proposito dei fossili, allorchè ci ricordiamo che Leibnitz, incaricato nel 1680 dal duca Ernesto Augusto di scrivere la storia della casa d'Annover del ducato di Brunswick, volle incominciare questa storia da quella del paese, poi quella del paese dalla sua geologia, poi questa geologia da quella della Terra intiera, e così avvenne che scrisse la sua *Protogea*, il *Trattato della formazione e delle rivoluzioni del globo*, come introduzione alla storia dell'Annover, e finalmente rimase a quel punto... senza nemmeno arrivare al diluvio. Questo libriccino è, in ogni caso, incomparabilmente più importante e più interessante di quanto nol sarebbe stata la storia di una

(1) Etimologia: *palai onton logos*, studio degli esseri che hanno vissuto in passato.
(2) *Metamorfosi*, XV, 262-265.

dinastia qualsiasi di duchi, di reucci, o d'imperatori. Come Stenone, Leibnitz comprese la verità inscritta negli annali della natura: egli dichiara che i fossili sono i resti degli animali antidiluviani, e a quelli che obiettano che le ammoniti non hanno mai vissuto perchè i mari attuali più non ne contengono, egli risponde che « innanzi tutto non si sono mai esplorate le più remote profondità dei mari e i loro abissi; poi che il

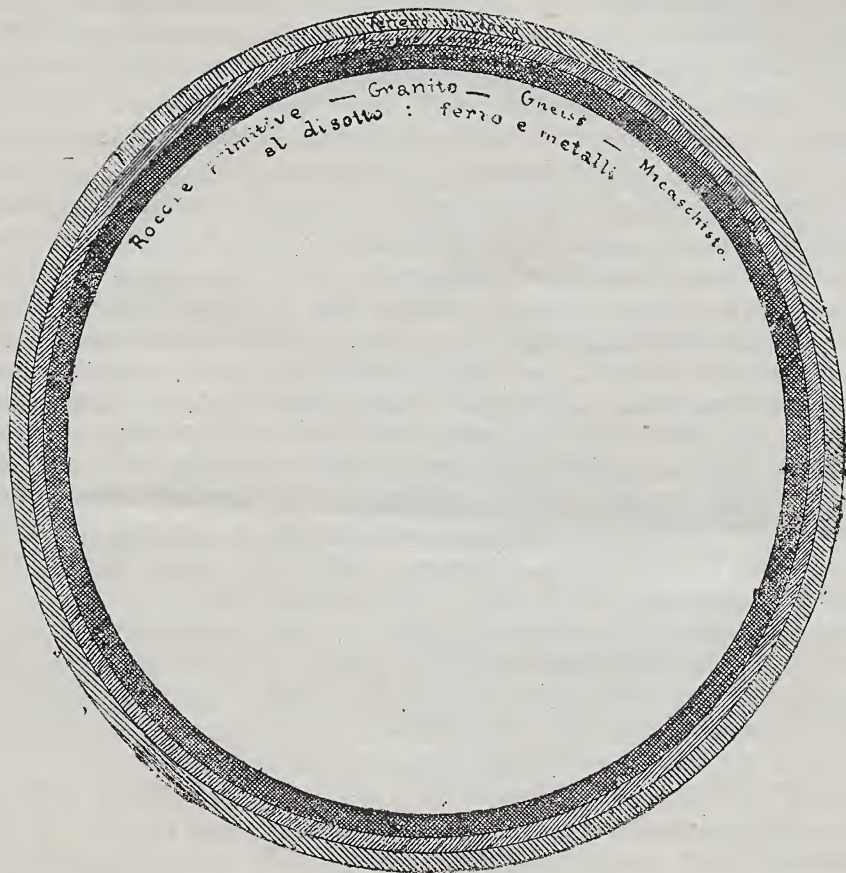



Fig. 89. — Primi terreni depositati sul globo minerale primitivo dopo il suo raffreddamento. Epoca primordiale della vita.

nuovo mondo ci presenta una folla d'animali da prima sconosciuti, e che infine è presumibile che attraverso tante rivoluzioni un gran numero di forme animali siano state trasformate ». — Lo si vede, il genio di Leibnitz aveva preceduto di due secoli i progressi della scienza. — Ma ritorniamo alla storia della Terra, alla formazione dei terreni.

I *più antichi* terreni di sedimento sono quelli che riposano sulle roccie primitive, sullo scheletro minerale del pianeta. Essi rappresentano i depositi formati durante il periodo primordiale, e si dividono in *tre piani*.

Essi non hanno conservato la loro orizzontalità primitiva, e sono più spesso messi sossopra e dislocati che non regolari. La sezione del globo terrestre (fig. 89), che indica il loro ordine di successione, non è che teorica, e raramente si verifica in pratica; ma quest'ordine di successione non è per questo meno certo e indiscutibile.

Si è d'accordo nel considerare come rappresentanti dell'*età primordiale* i tre più antichi strati designati sotto il nome di terreni *laurenziano*, *cambriano* e *siluriano*. Il primo deve il suo nome alla circostanza che gli scavi principali che l'hanno fatto riconoscere furono intrapresi nella regione del fiume San Lorenzo, al Canadà; il secondo, alla voce Cambria, nome bretone della contea di Galles in Inghilterra, dove questa qualità di terreno fu assai studiata; il terzo, alla particolarità che il popolo celtico dei Siluri, il quale combattè con gloria, all'epoca dell'invasione dell'isola inglese per opera dei Romani, abitava la contea di Shropshire dove questi strati sedimentari sono assai estesi. La è certo una nomenclatura bizzarra e poco scientifica. Ma la scienza è come la storia: essa ha incominciato da fatti isolati, e senza rapporti fra di loro, che uno sguardo generale può riunire più tardi in sintesi, ma che a tutta prima non sono punto logicamente riuniti insieme, e le cui designazioni primitive non sono ispirate da uno stesso concetto. Verrà giorno, probabilmente, in cui si sostituiranno questi termini geografici incoerenti, non men che quelli che noi avremo occasione di incontrare nel corso di quest'opera, con termini geologici o cronologici; ma al presente, lo storico della natura è obbligato di servirsene, e affinchè il lettore fosse al corrente delle cose, era utile di darne qui la spiegazione.

Noi studieremo, nel capitolo seguente, il modo di formazione di questi terreni e cercheremo di penetrare direttamente attraverso le epoche della natura; vedremo allora come le oscillazioni della scorza del globo abbiano sollevato gli strati geologici inferiori, e li abbiano fatti affiorare alla superficie del suolo dove il naturalista può analizzarli.

Lo spessore rispettivo di questi tre terreni può dare un'idea della durata proporzionale dei periodi durante i quali si sono formati. Si può constatare che il terreno laurenziano non ha meno di nove chilometri di spessore. Il terreno cambriano mostrò uno spessore di seimila metri, e il terreno siluriano uno spessore di ottomila. È dunque uno spessore totale di ventitrè chilometri, formato per intiero dai depositi del mare. Ora, tutti gli altri terreni più recenti, che si rinvengono sopra gli antichi e che corrispondono alle epoche consecutive, primaria, secondaria, terziaria e quaternaria, non raggiungono questo spessore, giacchè appaiono non superare i venti chilometri. La conseguenza si è che, secondo questa preliminare indicazione, l'età primordiale ha sorpassato essa sola, in durata, quella dei quattro periodi più recenti che giungono fino a noi.

Dall'insieme dei confronti fatti relativamente al tempo da che le pioggie

e i venti sono intenti a disaggregare i rilievi del globo, che i ruscelli, che i grandi e i piccoli fiumi impiegano nel condurli al mare, e che le sostanze tenute in sospensione nelle acque impiegano a depositarsi sul fondo, si può giungere a formarsi un'idea approssimativa della durata reale di queste età preistoriche. La nostra vita è così effimera, la storia dei popoli è essa stessa così rapida, che abbiamo sempre una tendenza in noi a ridurre le opere della natura alla scala del nostro microcosmo, e poichè un secolo ne par lungo, noi siamo originariamente convinti che esso è lungo in realtà, anche per la natura. Ma lo studio diretto dell'Universo, dei suoi movimenti, delle sue trasformazioni, ci prova che le nostre impressioni sono personali e proprie ai nostri esseri di troppo effimeri, e che, nella storia dell'Universo, i secoli sono meno di minuti secondi nella vita nostra. Tuttavia, ad onta di ogni cosa, noi siamo condotti a prender per base di ragionamento un limite assai ristretto, ma comprensibile per noi. La nostra memoria storica è così breve, che, accordando una durata di centomila anni, per esempio, all'età quaternaria, contemporanea della specie umana, vale a dire all'età dell'umanità stessa, noi crediamo di esagerare. Non pertanto è fin d'ora certo che noi siamo al disotto della verità. L'umanità esistette necessariamente durante periodi di tempo immensi, prima di incominciare la storia sua, prima di elevarsi alla nozione del linguaggio preciso e della scrittura, prima di riunirsi in popolazioni capaci d'acquistare una memoria storica. Checchè ne sia, ammettiamo questa base *minimum* di centomila anni per la durata dell'età attuale, dall'origine dell'Umanità fino ai nostri giorni.

Ebbene! in questa valutazione modestissima, e, ripetiamolo, inferiore alla realtà, il periodo terziario sarebbe durato 460 000 anni; il periodo secondario 2 300 000; il periodo primario 6 420 000, e il periodo primordiale 10 720 020, come si può rendersene conto dal piccolo prospetto seguente:

SPESSORE PROPORZIONALE DEI TERRENI E DURATA MINIMA DEI PERIODI.

	Spessore	Proporzione	Durata (ammettendo 100 000 anni per l'età quaternaria)
Età primordiale	metri 23 000	53,6	anni 10 720 000
» primaria	» 14 000	32,1	» 6 420 000
» secondaria	» 5000	11,5	» 2 300 000
» terziaria	» 1000	2,3	» 460 000
» quaternaria o attuale	» 200	0,5	» 100 000
	metri 43 200	100	anni 20 000 000 (1)

Noi abbiamo adottato qui i dati discussi e accettati da Hæckel per gli spessori relativi dei terreni, quasi per riassumere il complesso delle osservazioni fatte. Le cifre presentate dai diversi geologi variano sotto certi

(1) Noi ripetiamo che queste cifre non hanno alcun valore *assoluto*, e non possono servire che d'indicazione per apprezzare la scala probabile dei tempi antichi. Esse sono al disotto dal vero.

rispetti, ma il risultato definitivo resta press'a poco lo stesso, quanto all'immensa estensione della durata di queste epoche della natura.

Esaminiamo ora più da vicino l'età primordiale, la cui descrizione ci occupa in questo momento, e vediamo quali sono le vestigia delle piante e degli animali che vi si scoprono.

Quest'età primordiale è rappresentata in geologia, come noi abbiamo visto testè, dai terreni laurenziano, cambriano e siluriano, sovrapposti nell'ordine di loro formazione e offrenti gli spessori proporzionali seguenti:

	Terreni	Spessore
Età primordiale	laurenziano	metri 9000
	cambriano	» 6000
	siluriano	» 8000

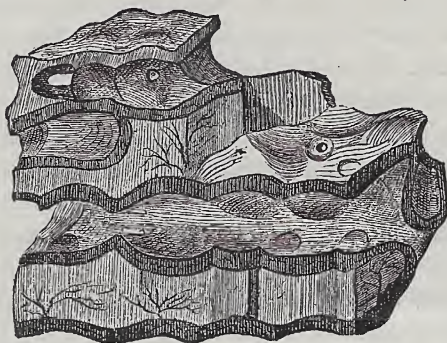



Fig. 90. — I più antichi depositi sedimentari: schisti laurenziani. *Eozoon canadense.*

Non si è ancora trovato nulla di certo fino ad oggi nel terreno laurenziano. Questi schisti del Canadà sono sembrati a parecchi geologi (Dawson, Carpenter, ecc.), formati da depositi organici, e certe traccie ch'essi presentano sono fin state considerate da essi come resti di organismi rudimentari: si è perfino dato a queste roccie enigmatiche il nome simbolico di *eozon* (1) « o organismi dell'aurora »: ma l'autenticità di questi oggetti è assai discutibile, e tutto induce a credere che sieno piuttosto semplici minerali anzichè pietrificazioni d'esseri ch'abbiano vissuto un giorno. Non ci faremo dunque lecito di inscriverli nel numero dei fossili, non ammettendo noi in quest'opera che i risultati scientifici sufficientemente dimostrati. Tuttavia, benchè non si sia ancor nulla trovato di certo nel terreno laurenziano, è senza alcun dubbio durante questo periodo che i primi organismi hanno dovuto formarsi. La presenza di grafite in nidi di sostanza carboniosa quasi pura attesta che esistevano già in esso degli ammassi abbastanza considerevoli di sostanza organica vegetale. Darwin opinava perfino che la vita primordiale dovesse essere assai sparsa,

(1) Etimologia: *eos zoon*, organismo contemporaneo all'aurora del mondo.

e che questo primo periodo organico sia stato « più lungo di tutti quelli che vennero dappoi ». Così noi siamo qui, senza contrasto alcuno, alla soglia dell'edificio della vita.

Avendo a mala pena le esplorazioni geologiche oltrepassato la millesima parte della superficie del globo, non v'è nulla di sorprendente nel fatto di essersi trovati così pochi fossili appartenenti alla culla stessa della vita terrestre; d'altra parte questi strati primitivi sono stati riscaldati e modificati altresì, nella loro struttura, dal calore interno del globo,

Fig. 91. — Gli organismi problematici dei mari antichi. *Bilobiti.*

in modo che la gran maggioranza dei resti d'esseri viventi furono distrutti da questa stessa trasformazione. Tuttavia non v'è a disperare di veder venire alla luce, mediante le esplorazioni dei geologi, dei documenti che riescano a comprovare con certezza che la vita incominciò durante l'epoca laurenziana.

Non è inutile di qui osservare, per altro, che i primi organismi gelatinosi non avevano abbastanza consistenza per fossilizzarsi; la loro trasformazione e la loro conservazione allo stato fossile sarebbero state per lo meno soggette a condizioni difficili a riunirsi, e non è sorprendente

che i loro campioni divengano d'altrettanto più rari, quanto più i terreni sono antichi.

Questo terreno laurenziano rappresenta un lungo periodo di deposito in fondo alle acque, un lungo periodo di secoli, poichè non ha meno di nove chilometri di spessore. Le valutazioni più modeste stabiliscono, come *minimum*, per la durata di questa epoca, molti *milioni* d'anni. Questi calcoli non possono essere precisi, effettuandosi i depositi più o meno

Fig. 92. — Gli organismi problematici dei mari antichi. *Brachyphyllum gracile*

lentamente secondo le distanze dalle rive, secondo le profondità, ed avendo le alternanze variato coi periodi di sollevamento e di abbassamento. In geologia, si è lontani dalle certezze e dalle precisioni dell'astronomia.

Le prime vestigia *certe* di esseri organizzati sono state trovate nel terreno cambriano, principalmente in Inghilterra ed in Isvezia. Sono impronte di piante marine rudimentari, e di animali marini non meno rudimentari, di alghe, di anellidi, di molluschi, di spugne, di polipi, di

echinodermi. Davanti a queste prime impronte, lo spirito esita a decidere se sono alghe o tubi di anellidi, o solamente strisciature di oggetti puramente inerti, agitati dal cullare delle onde e che solcarono il fondo fangoso. Tutto sembra misterioso, velato nella lontananza, e tuttavia si sente che non si ponno attribuire al caso questi caratteri indecifrabili, e che vi sono in essi traccie delle prime piante e dei primi animali.

Gli organismi problematici dei mari antichi, i bilobiti, i giroliti, i vessilliferi, i lofiti, che si rinvengono fossilizzati a mezzo rilievo nei terreni primitivi, in ispecial modo nel siluriano, e nei quali un certo numero di geologi e di naturalisti non vede che traccie pietrificate di passaggi d'animali, di impronte e di orme conservate dopo l'indurimento del suolo su cui esse avrebbero avuto luogo, sono assai probabilmente, secondo le laboriose indagini del marchese De Saporta, veri organismi assai elementari, che offrono già il carattere dei vegetali, e senza dubbio gli antenati delle alghe. Si può ammettere che, coricate sia orizzontalmente, sia in direzione obliqua, queste prime piante marine fossero applicate contro il suolo sottomarino, e che esse costituissero sul fango del fondo ammassi sovrapposti o incrociantisi, specie di colonie arrampicantisi che occupavano una parte degli antichi mari, e vi si propagavano in modo da trovarsi collocate su determinati punti, ove andava moltiplicandosi ogni tipo e perfino ogni specie. Allo stesso modo che si constata la predominanza delle crittogame vascolari in seno alle prime flore terrestri; al modo istesso che si proclama la predominanza o il regno dei pesci cartilaginei relativamente ai pesci ossei sviluppatisi più tardi; allo stesso modo che si afferma la predominanza dei rettili come quelli che precedettero le altre classi dei vertebrati a respirazione polmonare, e quella dei marsupiali come quelli che precedettero i mammiferi placentoidi; così parimente avrebbe avuto luogo, in fondo agli antichi mari, una predominanza, da lungo tempo acquisita, delle alghe unicellulari. Esse avrebbero compreso in origine tipi di una grande vigorìa vegetativa. Abbiamo riprodotto (figure 91 e 92) secondo il signor De Saporta (1), due campioni notevoli di questi vegetali primitivi: il *bilobites Goldfussi*, e il *brachyphyllum gracile*. Il primo è stato trovato a Pontreau (Ille-et-Vilaine) nel gres armoricano, e appartiene al museo di Parigi; il secondo fu trovato nei calcari litografici di Cirin, e appartiene al museo di Lione.

Le alghe, nondimeno divennero rapidamente così numerose, che si dà talvolta il nome di epoca delle alghe all'età primordiale. Sono esse piante? La loro formazione è elementare affatto. Non si tratta che di semplici filamenti che si diramano da un punto centrale, come nelle figg. 93 e 94. Tosto che parecchie piante di simil genere si riuniscono, come nella seconda figura 93, si forma una specie di tessuto, una specie di fango glu-

(1) De Saporta. *Gli organismi problematici dei mari antichi.*

tinoso, mezzo trasparente, che, esaminato al microscopio, si divide in una quantità di filamenti invisibili ad occhio nudo. I fuchi che il mare contiene in quantità innumerevoli sono assai più vigorosi e solidi. Sono sempre cellule appiccicate le une alle altre, senza radici, ma formanti nel mare, per la loro accumulazione, un tessuto così serrato, che un naviglio prova talvolta qualche imbarazzo nell'attraversarlo.

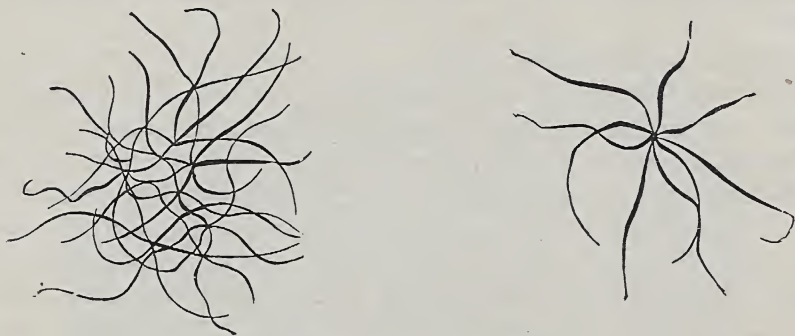



Fig. 93. — Prime piante; alghe.

Queste prime piante appaiono quanto v'ha al mondo di più semplice e di più elementare. Non sono, per così dire, che tubi appiattiti, senza foglie, senza fiori e senza frutti (veggansi figg. 95 e 96). Esse vivevano

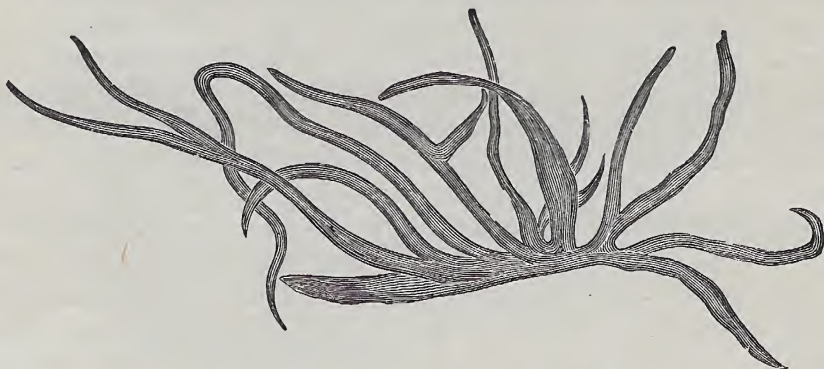



Fig. 94. — Prime piante; alga fossile.

e si sviluppavano in seno alle acque tiepide dei mari primitivi. Non vi era ancora terraferma; cominciavano appena ad emergere qua e là alcune isole dalla superficie delle onde.

Non vi erano a quest'epoca nè stagioni, nè climi, essendo la temperatura della scorza del globo superiore ancora al calore che poteva essere ricevuto dal sole, e offrendo il globo ai poli le stesse condizioni d'esistenza dell'equatore. Il fatto delle maree molto più forti nella direzione del sole e della luna, dava perfino alle regioni che noi chiamiamo tro-

picali e temperate, un'agitazione superficiale, che andava estinguendosi verso i poli. Le regioni polari erano dunque, sotto questo rispetto, meglio favorite delle equatoriali, e ciò tanto più in quanto questa stessa attrazione del sole e della luna, operando con maggior intensità sul nucleo liquido interno nelle regioni equatoriali di quello che nelle polari, dovette permettere alla scorza terrestre di acquistare una più grande stabilità in queste ultime regioni. Si può dunque opinare che i primi organismi viventi si sieno formati nella tranquillità dei mari polari, rischiarati allora da un sole gigantesco. È probabile al massimo grado, in realtà, che, durante il periodo laurenziano, in cui la vita parrebbe aver fatto la sua apparizione, il Sole non sia stato ancora condensato molto più in dentro dell'orbita di Venere. È probabile che non si sieno ancora rin-

1 2 3 4

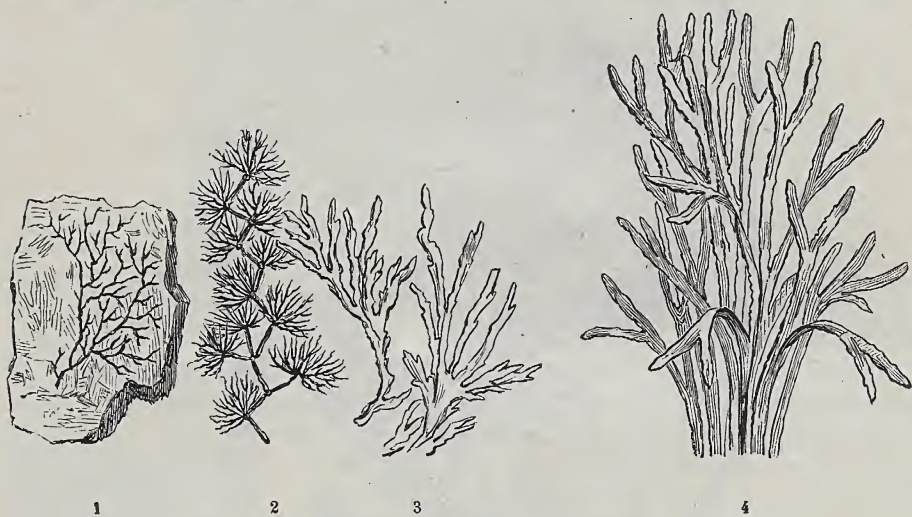



Fig. 95. — Le più antiche piante. Periodo cambriano.
1. Pietrificazione di chondrite. — 2. Murchisonites Forbesi. — 3. Chondriti antiche. — 4. Alga marina.

venuti i veri *primi organismi*, sia vegetali che animali, e che essi si troveranno nei terreni laurenziani non ancora esplorati.

I primi animali sono egualmente animali marini. Si sono rintracciati nei fossili cambriani taluni *anellidi* che sembrano appartenere con egual probabilità tanto al regno vegetale quanto al regno animale; non sono essi pure che tubi articolati galleggianti nelle acque come le alghe loro contemporanee (fig. 97). Si trovano altresì in grandissimo numero graptoliti, polipai semplicissimi, composti di tubi avvoltolati e dentati, di cui ogni cellula era senza dubbio animata (fig. 98, numeri 1 e 2) monograpti (n. 3), rastriti (n. 4), fyllograpti (n. 5). Sono protozoarii estremamente semplici, agglomerazioni di loggie saldate l'una accanto all'altra, *idrarii* rudimentari formati di protoplasma. È il principio dei polipi,

e si è meravigliati che la vita abbia potuto dar anima a forme così bizzarre. Gli stessi terreni primitivi rinchiudono altresì piccole conchiglie, alle quali si è dato il nome di linguli (sono i primi molluschi brachiopodi), e molluschi briozoarii rinchiusi in cellule pietrose, aggregati in colonie di cui la nostra figura 99 offre un campione.

Già il terreno cambriano ha fornito una cinquantina di specie vegetali o animali (o piuttosto origini dei due regni) fra le quali dominano le

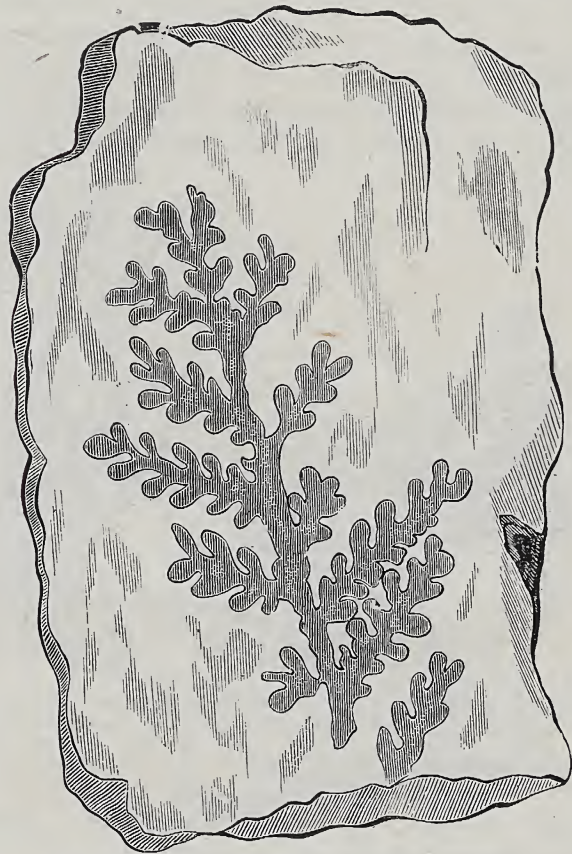



Fig. 96. — Impronta fossile di pianta primitiva.

alghe unicellulari, gli anellidi, i brachiopodi, gli spongiari e i polipi (figura 100). Nel terreno siluriano dominano i graptoliti, le millepore, e specialmente, come noi vedremo quanto prima, le trilobiti.

Una legione infatti d'esseri nuovi arriva e si spande con una diffusione straordinaria; sono crostacei conosciuti sotto il nome di *trilobiti,* che non esistono più da lungo tempo; essi sono scomparsi durante l'epoca carbonifera, or son milioni d'anni. Le trilobiti pullulavano nei mari primitivi, e si trovano assai facilmente, allorchè se ne fa ricerca per qualche ora nei terreni che le rinchiudono, sia negli scogli che nei passaggi in trincea

attraverso le montagne. Esse sono in ispecial modo assai sparse nel dipartimento della Marna e Loira, e negli strati siluriani delle miniere di Trélazé, presso Angers.

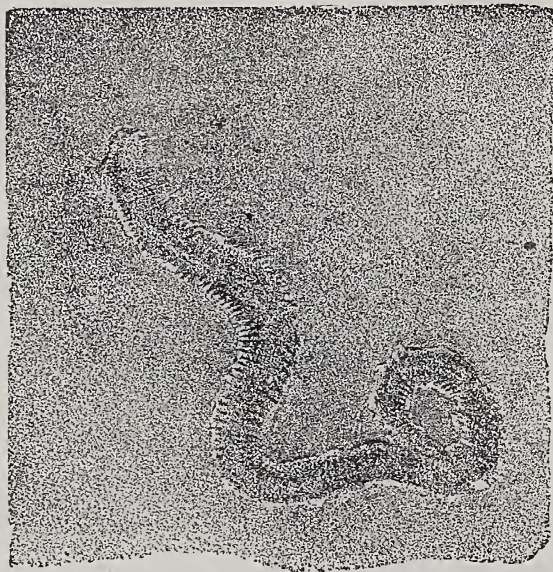
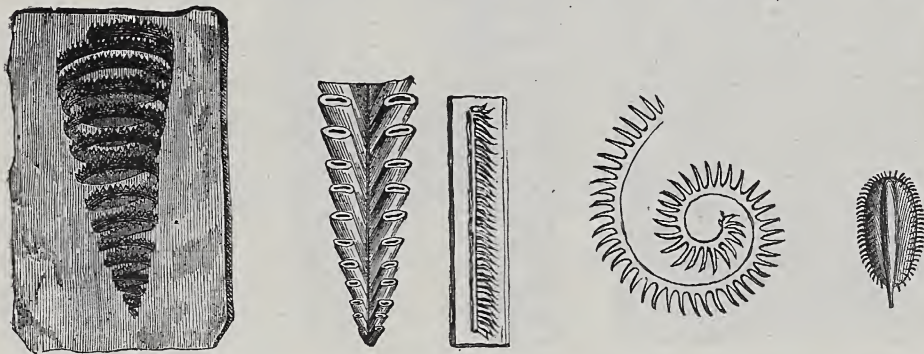



Fig. 97. — I più antichi animali: impronta di anellide dell'epoca cambriana.

Da quest'epoca antica dàta altresì il polipo del corallo, che ebbe una parte così importante nella formazione delle terre, e le cui colonie secolari hanno creato da sole isole immense. Si nota fra i zoofiti il genere degli emicesmiti, in forma di pera; sono echinodermi (fig. 102), ricci di mare, oloturie. È gran che se questi esseri meritano il titolo di animali. Molti fra i molluschi non hanno ancor testa e non possono muoversi, come

Graptolithus turriculatus. Diprion pristis. Monograptus. Rastrite peregrinus. Phyllographtus
Fig. 98. — Gli animali più antichi. Periodo cambriano.

le ostriche, di cui si raccattano gli antenati; altri hanno una specie di testa e un rudimento di tubo digestivo; ma una sola apertura serve per l'introduzione e l'espulsione degli alimenti, come negli echinodermi; altri,

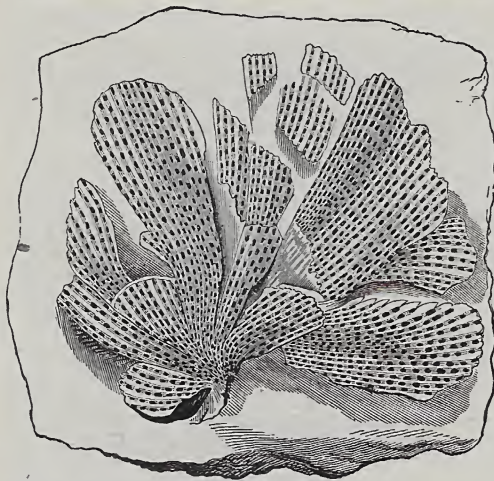
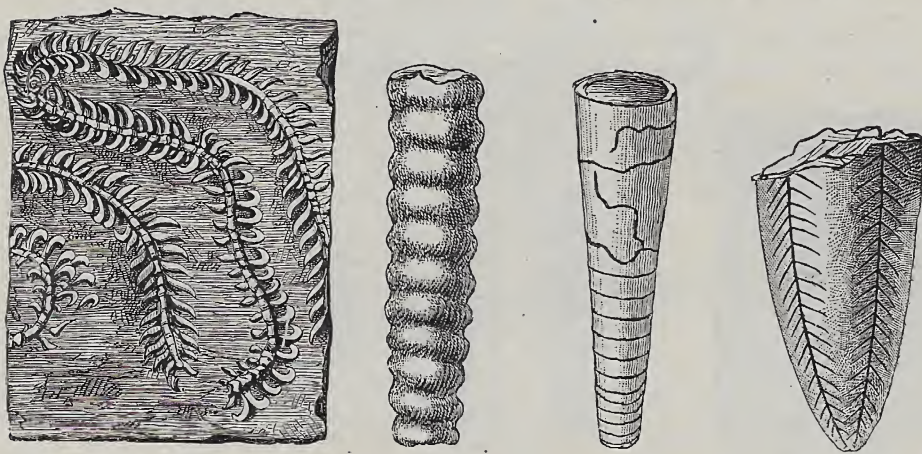



Fig. 99. — I più antichi animali. — Fossile del mollusco briozoario. Fenestella tenuiceps.

come i vermi, hanno un principio d'organizzazione generale, ma la maggior parte degli organi dei sensi mancano ad essi ancora, e non possono

Nereites cumbriensis. Orthoceras bohemicum. Orthoceras regolare. Conularia piramidata.
Fig. 100. — I più antichi animali. — Periodo cambriano e siluriano.

cangiar posto che a guisa dei rettili restringendo e allungando successivamente il loro sistema d'anelli. L'ordine dei fossili segue l'ordine della progressione della vita, esposta nel capitolo precedente.

Quest'epoca primordiale occupò, come noi vedemmo, milioni e milioni

d'anni. Durante questo lungo periodo di tempo, le prime specie animali, affatto rudimentari quali erano, manifestano nondimeno qualche progresso relativo. Certamente non vi è ancora un solo animale con vertebre, e tutta la creazione organica è limitata all'ordine degli invertebrati, ed anche fra questi ultimi gli insetti non esistono ancora. Non vi sono dunque, in tutta la popolazione primordiale del globo, nè mammiferi, nè uccelli, nè rettili, nè batraci, nè pesci, nè insetti. Ma tra gli invertebrati il progresso si fa strada. Noi non siamo più al protoplasma primi-

Fig. 101. — Animali marini primordiali: Trilobiti.

tivo, alle piastre gelatinose galleggianti sulle acque, alle semplici associazioni di cellule, alle alghe od agli anellidi. Le trilobiti (figg. 101 e 103) hanno già una testa, un corpo, una coda, e probabilmente delle zampe, ma quest'ultime erano esili e deboli, poichè non si sono fossilizzate. Su

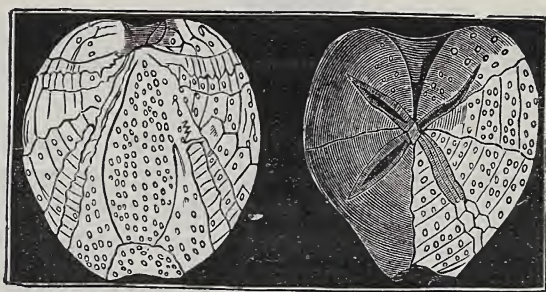



Fig. 102. — Fossili d'echinodermi.

questa stessa testa si riconosce la traccia degli occhi. Sono quelli senza dubbio i primi occhi che esistettero sul nostro pianeta, occhi rudimentari, vaghi, e che meritano a stento questo nome, ma infine nervo ottico e retina. Questi artropodi (1) primitivi, assai inferiori organicamente ai nostri granchi di mare ed ai nostri gamberi, occupano il primo ordine fra gli animali marini dell'epoca siluriana; essi moltiplicano a profusione le loro famiglie, le loro specie, e poi spariscono bruscamente all'epoca del

(1) Etimologia: *arzron* articolazione e *podos* piede.

carbon fossile e sono appena rappresentate oggidì dalle limule (1). Si rinvennero due altri crostacei relativamente abbastanza elevati nella scala degli esseri, il *pterigotus bilobus*, e l' *eurypterus remipes;* il primo è rappresentato più innanzi (fig. 104) a metà grandezza del naturale. Essi avevano parimente una testa munita di occhi, e furono forse i primi abitanti delle acque dolci. Le acque dolci, originate dalla pioggia, ebbero principio colle montagne, colle sorgenti e coi primi fiumi.

I crostacei erano ancora rappresentati da altre specie nella fauna siluriana. Oltre tutte le varietà di trilobiti, le calimène, le dalmaniti, le trinucleate, ecc., ecc.; oltre gli pterigoti e gli euripteri, si potrebbero citare ancora i *peltocaris*, i *ceratocaris*, le *primitia*, le *beyrrichia*, le *aristozoe*, le *callizoe*. Ma noi non scriviamo ora un trattato di Paleontologia, e non dobbiamo dimenticare le grandi linee della storia della Terra, per

Fig. 103. — Il re dei mari primordiali: Trilobite calimene.

perderci nei particolari. Osserviamo tuttavia che i cefalopodi raggiungono, sopratutto nella seconda parte del periodo, uno sviluppo considerevole: se ne contano più di 1600 specie, fra le quali occorre citare i nautilidi. Molti ortoceri sono di proporzioni gigantesche, e misurano fino a due metri di lunghezza. Gli pteropodi, i gasteropodi, i brachiopodi, sono numerosi; noi ne riproduciamo parecchi tipi (fig. 105). Si rinvengono altresì dei *polipi*, degli *idrocorallari*, delle *spugne* e delle *meduse*. La classe degli echinodermi è rappresentata dai crinoidi, strani esseri, la maggior parte dei quali vive fissata al suolo mediante uno stelo flessibile, rettilineo, composto di un gran numero di dischetti messi in pila gli uni sugli altri, e conosciuto sotto il nome di *entrochi*. Dapprima brevissimi, questi steli acquistano poi un gran sviluppo durante il periodo

---

(1) I *Limulus*, unici rappresentanti fra i crostacei dell'ordine degli Xifosuri, abitano le sabbie a poca profondità nell'arcipelago della Sonda, e si nutrono di vermi e piccoli molluschi. Un bell'esemplare di *Limulus mollucanus*, è visibile nelle sale superiori del Museo Civico di Milano. *Nota del Trad.*

giurese. La nostra figura 106 ne rappresenta due tipi assai notevoli: l'*ichtyocrinus* del periodo siluriano, e l'*apiocrinus* del periodo giurassico.

I fossili dei crinoidi formano talvolta, pressochè da soli, la massa di potenti strati, e diedero il loro nome a tutto uno strato geologico, il calcare a entrochi (1). Essi erano, a vero dire, prodigiosamente numerosi nei mari primitivi e tappezzavano le loro profondità di vere praterie animate, che presentavano allora un'immensa varietà di forme, spesso di una estrema eleganza. Quasi tutti i crinoidi di quest'epoca erano fissi al suolo: un lungo stelo flessibile, formato di numerosi articoli (erano precisamente gli entrochi degli antichi naturalisti) portava un ciuffo di appendici egualmente articolate, talvolta ramificate all'infinito, e che po-

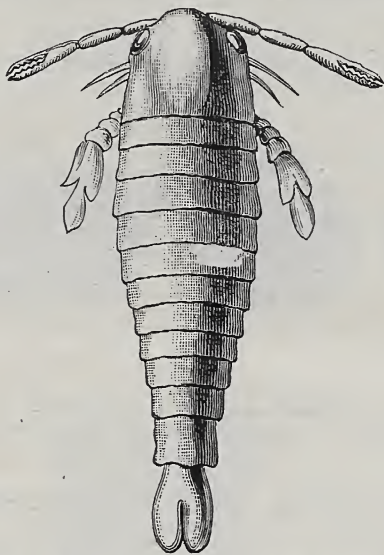



Fig. 104. — **Primi animali — Il Pterigotus bilobus.**

tevano dischiudersi al di sopra dello stelo, come le foglie pennate di certe palme, o rinserrarsi facilmente le une contro le altre, avvolgendosi in mille guise, come i petali d'un fiore durante il suo sonno. Alcuni di questi crinoidi avevano più di un metro di lunghezza, e lo stelo di certi *Pentacrinus* oltrepassava cinquanta piedi.

La storia dei crinoidi incomincia colla storia stessa del globo, da forme rudimentari di cui gli elementi sono in parentela con quelli che hanno costituito le oloturie, i ricci di mare, gli encrini, le ofiure e le stelle di

---

(1) Due belle tavole circolari, dono del signor Bellotti, furono collocate or fa qualche anno nelle sale terrene a sinistra del Museo Civico di Milano. L'una di esse porta le impronte d'un *Pentacrinus* del Lias superiore e l'altra è costituita precisamente da un calcare o meglio marmo a entrochi, proveniente dalla Valle Camonica. *Nota del Trad.*

mare. Certe forme antiche rassomigliano infatti a stelle di mare, di cui tutte le braccia si fossero solllevate sul dorso e saldate alla loro estremità, o a ricci di mare che fossero fissati alla sommità di un peduncolo.

Dopo aver avuto un'epoca di straordinaria prosperità durante il periodo secondario, i crinoidi hanno rapidamente declinato nei periodi seguenti; tuttavia *ne resta ancor oggi* un certo numero di specie: la *comatule*, i *pentacrinus*, i *batycrinus*, ecc.

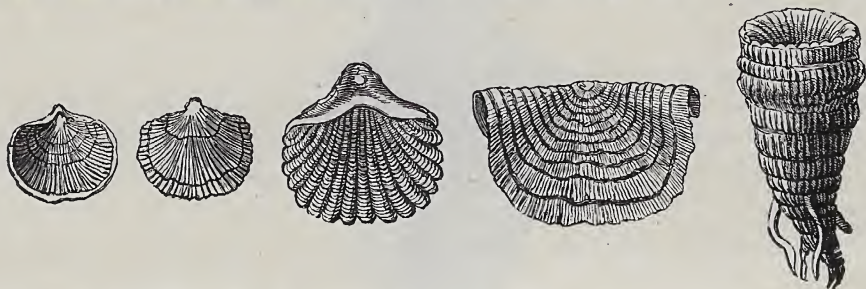
Tutti i crinoidi vivono a profondità considerevoli (1): il *pentacrinus caput medusæ* a 250 o 300 braccia al disotto del livello dell'Oceano, il *rhyzocrinus lafotensis* da 100 fino a 900, il *batycrinus gracilis* a 2435 braccia (2). In queste regioni, che i sommovimenti delle tempeste sfiorano appena, che le variazioni della temperatura esterna non raggiungono, in cui il sole non invia più che deboli raggi, e dove gli organismi fosforescenti spandono essi soli una luce stellare, la vita ha potuto sfug-

Orthis elegantula. Pantamerus. Strophomena. Omphyma.

Fig. 105. — I primi animali. — Conchiglie fossili e brachiopodi del periodo siluriano.

gire alle modificazioni profonde. che le hanno incessantemente arrecate le condizioni così variabili e variate della superficie. È là ch'essa potè seguire senza scosse la lenta e graduale evoluzione del globo; è nel fondo dei mari che si sono perpetuati fino a noi, colla loro forma iniziale, gli esseri a cui la vita in tali condizioni era stata originariamente possibile. La difficoltà di raggiungere gli abitanti di questi tetri abissi li ha per lungo tempo sottratti alle nostre investigazioni, ma si sa oggidì, in grazia sopratutto delle ricerche d'Agassiz e dei suoi allievi, ch'essi sono assai numerosi, e che in certe regioni i pentacrini coprono il suolo sottomarino di una vegetazione d'un nuovo genere (3). Essi sono poco cambiati dopo milioni d'anni da che esistono pel motivo che le condizioni della vita in queste profondità oceaniche hanno poco variato esse stesse. Gli

(1) Il *Pentacrinus Wyville* fu rinvenuto, l'anno 1882, nel golfo di Guascogna, a circa 80 chilometri di distanza da Rochefort, e ad una profondità di 1480 metri.
Nota del Trad.

(2) La lunghezza del braccio (misura marina) è di metri 1,624.

(3) PERRIER. *Le colonie animali*

organismi che si trasformano al punto di divenire aerei, da acquatici che erano prima, sono quelli che, vicini alle rive od alla superficie, sono stati gradatamente condotti a vivere in un mezzo differente dal mezzo primitivo. Allorchè essi hanno potuto acclimarvisi, si sono trasformati insensibilmente e indefinitamente, a misura che le condizioni d'esistenza si sono esse stesse differenziate. Allorchè essi non hanno potuto conformarvisi, sono scomparsi.

Contemporaneamente agli echinodermi, sono assai numerosi, alla fine del periodo siluriano, i molluschi ed i crostacei. Si rinviene oggidì una immensa quantità di conchiglie di quest'epoca. Sono le trilobiti ed i nautili che dominano, colla loro testa già formata e completa. Il progresso continua d'età in età. I primi pesci appariranno nelle acque alla fine del primo periodo, e precisamente all'epoca in cui esso fa posto al periodo devoniano che gli succede, e nelle isole già emerse e già coperte di vegetali, principalmente di *licopodi*, appariranno nel tempo stesso i primi animali a respirazione terrestre, sotto la forma di scorpioni.

In virtù dei sollevamenti della scorza del globo, i terreni siluriano e cambriano sono stati portati alla su-

a b

Fig. 106. — I primi animali. — Echinodermi, crinoidi.
1. Apiocrinus Royssianus. — Ichtyocrinus lævis: *a* colle braccia aperte, *b* colle braccia chiuse

perficie del suolo su molti punti dell'Europa, e già furono l'oggetto di studi importanti. In Inghilterra, lo spessore del terreno cambriano oltrepassa i 6000 metri, e quello del siluriano tocca gli 8000. In Svezia, invece, il siluriano non ha che 600 metri. In Boemia esso è intercalato fra roccie eruttive. Un fatto assai notevole si è che gli stessi esseri viventi, oggidì fossili, sono apparsi simultaneamente in tutte le regioni si-

luriane, in maniera che l'ordine zoologico è lo stesso, qualunque sia lo spessore del terreno. Gli identici generi si rinvengono in Svezia, in Inghilterra, in Boemia, agli Stati Uniti, al capo di Buona Speranza, e perfino allo stretto di Barrow e all'isola Melville, sotto il 76.° grado di latitudine nord; molte specie, quali il *graptolite murchisoni, calimene microphtalmum*, sono comuni a località separate da tutto il diametro terrestre (1). Vi era dovunque la stessa temperatura.

Il terreno siluriano è raramente orizzontale. Esso ha subìto tutti gli effetti dei sollevamenti e degli abbassamenti delle scorze del globo, verificatisi da quei tempi primitivi in poi: lo si è perfino ritrovato coi suoi fossili a 5000 metri di altezza nelle Ande d'America. Durante questa lunga epoca primordiale, i mari si estendevano ancora su quasi tutto il globo. A stento apparivano emerse alcune isole. Così, quasi tutta l'Europa era ancora sotto le acque, dalla Spagna fino ai monti Urali. Sarebbe stato difficile di indovinare allora quale sarebbe un giorno la configurazione geografica della Francia. Una parte della Bretagna era sollevata, e così l'Alvernia, le Alpi, il Giura e alcuni isolotti nei Pirenei; ma le regioni dove Parigi, Rouen, l'Havre, Orléans, Tours, Bordeaux, Avignone, Marsiglia, Nizza, Torino, Genova, Belfort, Dijon, Troyes, Amiens, Lilla, Bruxelles, dovevano ergersi più tardi come focolari diversi dell'attività umana, erano allora immerse sotto le onde del mare siluriano. Brest, Saint-Brieuc, Saint-Malo, Quimper, Vannes, Nantes, Limoges, Clermont, Tulle, Rodez, le Puy, Autun, erano già usciti dalle acque.

L'Islanda, formata di terreni eruttivi dell'epoca primordiale, la Lapponia, la Finlandia, una parte della Svezia e della Norvegia, una parte della Scozia e dell'Irlanda, della Spagna, della Svizzera, della Corsica, della Sardegna, della Boemia, della Turchia, si ergevano maestose al di sopra delle solitudini del mare; ma, a somiglianza di Parigi, Londra, Madrid, Lisbona, Roma, Vienna, Praga, Berlino, Pietroburgo, Costantinopoli, dormivano in fondo all'oceano, e al disopra d'esse si agitavano in seno alle onde i nostri antenati vegetali ed animali dell'epoca siluriana, che preparavano, mediante i lavori secolari, l'opera feconda della vita.

Questo gran spettacolo è eloquente per colui che sa comprenderlo. Esso ci appalesa, fino dal primo colpo d'occhio, le età relative delle montagne. Le Alpi sono più antiche dei Pirenei. All'epoca in cui il granito del Monte Bianco, del San Gottardo, della Jungfrau elevava già la sua testa al disopra delle Nubi, i Pirenei dormivano ancora in fondo alle acque, essi sono figli dell'epoca secondaria, e posteriori di più milioni d'anni al sollevamento delle Alpi. A quest'epoca remota, solo alcuni massi si elevavano come isolotti, in particolar modo verso la base mediterranea.

(1) CONTEJEAN. *Elementi di geologia e paleontologia.*

dei Pirenei; ma le acque circolavano liberamente in questo arcipelago e la configurazione geografica della Spagna non era meglio disegnata di quanto lo fosse quella della Francia. Il Mediterraneo non esisteva, e così pure il mar Nero, il Caspio, il Baltico o la Manica; un solo oceano si estendeva sul globo. Le Alpi dominavano già l'Europa, ed esse erano altresì senza dubbio assai più elevate di quel che siano in oggi, poichè sembrano essersi riabbassate, ed aver subìto alternative diverse di sollevamenti e di depressioni.

In questi mari regnavano falangi, legioni di trilobiti. Armato del suo scudo a triplice lobo, questo piccolo crostaceo fu il primo che osò muoversi liberamente, visitare differenti luoghi, e cercare nuove rive attraverso l'universo sconosciuto.

Egli fu anche il primo degli esseri che ebbe occhi capaci di vedere. Prima di lui, ogni essere nasceva cieco e restava cieco, come se la natura ancora informe, non avesse voluto offrirsi in spettacolo ad alcun essere vivente. Che erano, infatti, quelle macchie colorate, quei punti spesso impercettibili che tenevano luogo d'occhi nel gruppo nascente dei zoofiti e degli anellidi? Non si direbbe che dinanzi a testimoni siffatti la natura ha voluto rimanere ancora occulta? Tutto ciò ch'essi possono fare è di discernere la luce dalle tenebre, il giorno dalla notte. È per essi il sommo dell'esistenza e della conoscenza. Questi primi esseri organizzati palpano il punto che occupano, ma non lo vedono.

Viene infine la trilobite; essa ha un vero organo di visione, ben altra cosa che allo stato rudimentale. E questo primo occhio informe, reticolato, colla superficie gibbosa, che vede egli aprendosi nell'abisso? Vede molluschi galleggianti di piccola complessione, e non ancora pesci, nè rettili, nè vertebrati d'alcun genere, ma zoofiti numerosi, coralli, crinoidi, lingule, stelle di mare, fra cui cercava il proprio nutrimento. Per sfuggire ai suoi nemici (poichè già ne aveva) essa si arrotolava come una boccia, e si lasciava trasportare dall'oceano cieco. Si sono noverate fino a venti metamorfosi successive di questo primo fra i crostacei, attraverso le forme diverse della sua esistenza.

Esso vivrà abbastanza per incontrare alla fine lo sguardo fisso, l'occhio quasi compiuto dei grandi molluschi cefalopodi; l'intero organo della visione fu sviluppato, perfezionato senza tregua, di epoca in epoca, dal punto colorato dei zoantari fino ai due grandi occhi delle ammoniti e delle belemniti, che si avvicinano a quelli dei vertebrati. Già in ogni angolo dell'abisso vi ha un occhio aperto, in fondo ai mari primordiali. Egli guarda, egli vede. La natura vivente ha cessato di essere cieca.

La trilobite, antenato dei crostacei, fu pure uno dei primi esseri che disparve dal mondo nascente; in seno all'Universo che si schiude, essa annuncia e rende noto a tutti che tutto sarà cangiamento, instabilità; che le forme delle organizzazioni passeranno, come la faccia del mondo,

che la durata non appartiene ad alcun essere. Il suo scudo a tre lobi non l'ha difesa contro le ingiurie del tempo; così non solamente gli individui muoiono, ma anche le specie, e perfino i generi.

All'estremità più remota dell'orizzonte delle età geologiche, questo mare siluriano ha già le sue rivoluzioni. Esse sono celate nei gorghi in cui la vita sottomarina si sviluppa lontano dalla luce libera del giorno. Non vi ha ancora alcun continente, ma già forse qualche delta o spiaggia, o isolotti nudi, uscenti a raso dal mezzo d'un'acqua profonda; questi punti battuti dalle onde segnavano il posto futuro dell'Inghilterra, della Russia, della Boemia, del Canadà.

Nessuna creatura s'è ancora avventurata all'infuori dei mari tiepidi; qua e là le tempeste gettano sulla spiaggia un'alga sradicata, una conchiglia bivalve, che l'onda riafferra e restituisce all'Oceano. Nessun essere s'è per anco provato a vivere sulla terra che quasi dovunque fa difetto; nessun testimonio levò ancora la testa al disopra del mare, e osò guardare l'universo in faccia; ogni essere vivente resta immerso e perduto nell'abisso. Le acque sole sono abitate.

Questa contemplazione del passato ci fa rivivere in mezzo alle età disparse. Come tener fra mani senza emozione questi fossili, senza pensare che essi sono stati i primi esseri viventi del nostro pianeta, senza tentar di rivivere col pensiero in quei secoli antichi? Gli uomini che ci hanno preceduto non avevano sotto gli occhi che l'universo attuale. Essi non conoscevano che gli esseri organizzati loro contemporanei, e non indovinarono menomamente che ne abbiano mai potuto esistere altri. Il loro orizzonte era rinchiuso nei limiti della natura presente. Non veniva loro tampoco l'idea che vi fosse un'eternità visibile, pietrificata dietro ad essi. I loro sentimenti, i loro giudizi, i loro sistemi erano foggiati sullo stampo del mondo cui rischiara il sole dell'epoca odierna. Che se, per caso, essi sospettavano che altri esseri fossero mai passati sulla terra, erano agli occhi loro chimere, idre e centauri, ai quali non attribuivano che la realtà dubitativa che l'imaginazione dà ai suoi mostri. L'astronomia ci ha rivelato lo *spazio;* la geologia ci rivela il *tempo.*

Ecco pertanto che, in mezzo alla sorpresa generale, il mondo presente, contemporaneo, non è più il solo che ci è dato vedere coi nostri occhi e toccare colle nostre mani. È un altro universo che ci è stato rivelato, e che ne vien dato per soprapiù. Un passato incommensurabile si schiude dinanzi a noi, popolato da abitanti di cui noi non avevamo alcuna idea. Le visioni dei poeti primitivi e dei profeti, gorgoni, dragoni, sfingi, sono sorpassate dalla realtà! Esse prendono corpo, e si chiamano pterodattili, plesiosauri, dinoteri, ecc.

« Non è possibile, osserva qui con eloquenza Edgardo Quinet, non è possibile che un tal cangiamento, non solamente nella concezione, ma altresì nella possessione del mondo materiale, un così immenso dominio

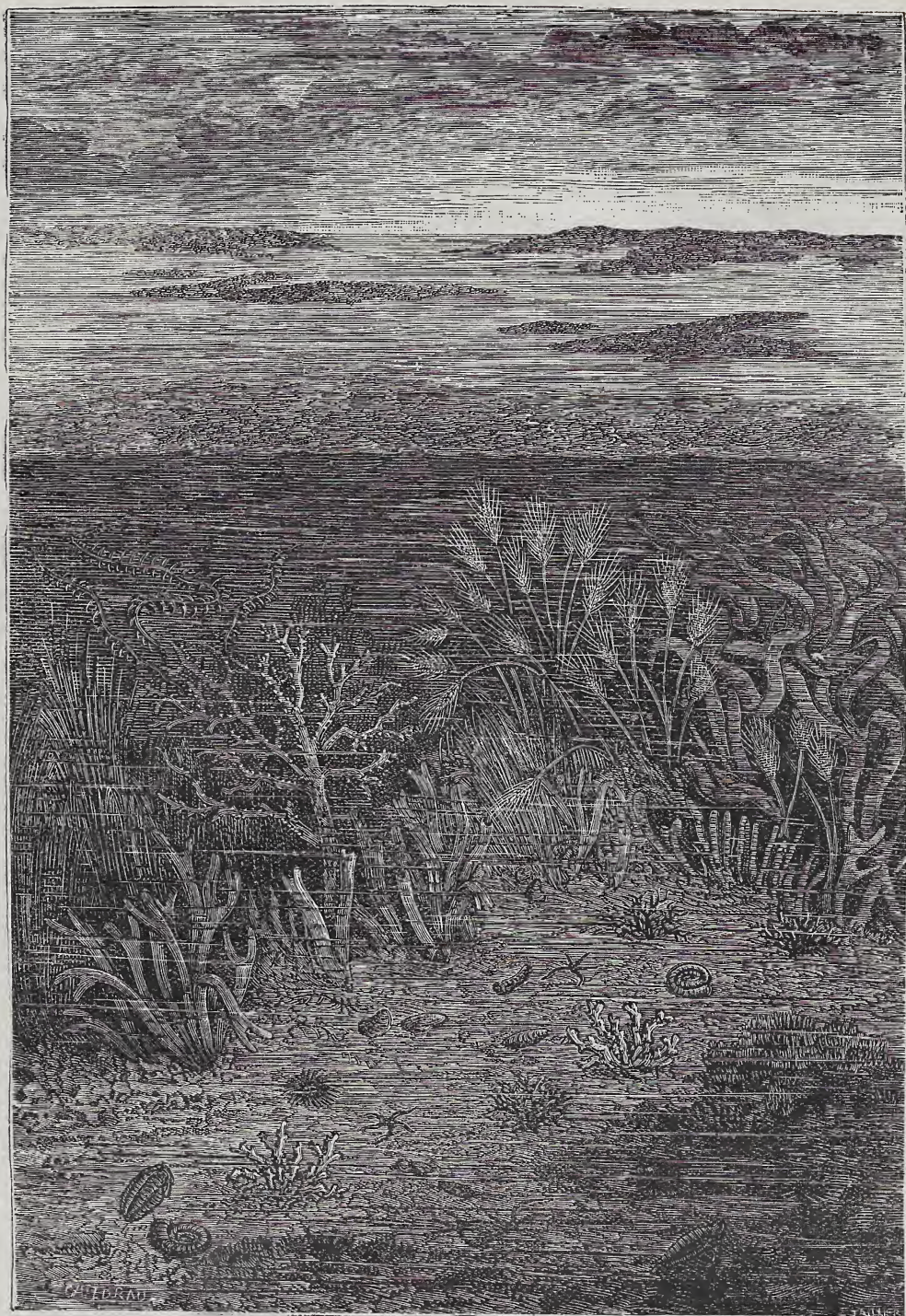



Fig. 107. — I primi giorni dell'epoca siluriana: le acque solo sono abitate.

aggiunto improvvisamente al dominio dell'uomo, una così prodigiosa ricchezza, aggiunta alla sua ricchezza, lo spostamento ed anzi l'arretramento all'infinito dei confini del suo campo ereditario, e, per dir tutto, il dono gratuito di una natura nuova affatto, conservata nella morte, non influiscano sulla sua maniera di concepire e la vita e la morte, e il presente e l'avvenire, e il posto che spetta a lui stesso alla testa degli esseri organizzati.

« All'epoca secondaria, se i rettili avessero parlato, avrebbero detto: Noi siamo i re del mondo. Nessun essere s'eleva al disopra di noi, niun altro, eccetto di noi, sa arrampicare. Invano una serie infinita di creature inferiori, radiati, molluschi, pesci, s'affaticano per salire fino ai rettili. Il rettile è la creatura preferita, la forma suprema, divina; il mondo si ferma con esso. Che sono mai tutti gli organismi inferiori primari, in confronto suo? Con lui termina ed ha degna corona il mondo.

« Nell'epoca terziaria, se i grandi mammiferi avessero parlato, avrebbero detto: L'Universo ha fatto un gran passo, noi siamo giunti al culmine. In qual modo i rettili hanno potuto credere un istante che il mondo si fermerebbe con loro? Essi sono atti a camminare sul ventre; ma noi abbiamo eretto il capo. Siamo noi i legittimi dominatori: chi potrebbe comprendere l'apparizione di un organismo superiore al nostro? È verso di noi che gravitano ciecamente tutte queste creature appena abbozzate, che facevano le loro prove nella vita. Ma noi abbiamo raggiunto lo scopo senza temere omai più che essere alcuno ci detronizzi; noi possiamo pascere tranquillamente di secolo in secolo la terra su cui viviamo, o divorarci gli uni gli altri.

« Viene infine il periodo quaternario; l'uomo appare, e dice alla sua volta: Tutti si sono ingannati quaggiù, me eccettuato. I rettili hanno creduto al regno divino dei rettili; i mammiferi a quello dei mammiferi. Errore, stravaganza della plebe della creazione. Non vi ha altro re legittimo da me in fuori. È per farmi posto che tutti questi monarchi d'un giorno sono caduti, dalle trilobiti corazzate, dalle ammoniti regali, fino ai grandi vertebrati. Io solo sono il dominatore supremo in cui ha fine ogni esistenza; o piuttosto non vi ha alcun legame tra le vite anteriori e la mia. L'Universo è finito, i tempi sono consumati. Dio s'è esaurito in me; sono io l'ultimo figlio della sua vecchiaia.

« Questo punto di vista sarà ogni giorno più difficile a sostenersi: un sì gran numero di dinastie organiche che sono passate sulla terra, potrebbero ben finire per persuadere l'uomo che è egli stesso un monarca effimero, e che verrà il momento in cui sarà detronizzato.

« Allorchè io vedo questa lenta progressione, dalla trilobite, primo testimonio attonito del mondo nascente, fino alla razza umana, e osservo i gradini viventi della vita universale disporsi a piani l'uno sull'altro, e tutti questi occhi aperti, queste pupille d'un piede di diametro che

cercano la luce, tutte queste forme che si elevano l'una sull'altra, tutti questi esseri che arrampicano, nuotano, camminano, corrono, procedono a salti, volano, sorpassando ogni imaginazione, in qual modo posso io credere che questa ascensione sia limitata a me, che questo lavorìo infinito non si estenda al di là dell'orizzonte che abbraccio?

« Quando rifaccio col pensiero questo viaggio infinito di gradino in gradino negli abissi dell' Eterno, non posso accontentarmi di ciò che sono. Domando anch'io delle ali, e concepisco serie future e sconosciute di forme e d'esseri che di tanto mi sorpasseranno in forza ed in luce, di quanto io vo' innanzi al primo nato degli antichi oceani.

« Allora soltanto mi spiego questo prodigio d'orgoglio e d'umiltà che è l'uomo in sè stesso. Orgoglio in presenza degli esseri anteriori che gravitano oscuramente verso di lui; umiltà in faccia degli esseri superiori di cui egli porta in sè la sostanza, e dei quali sente nel suo interno il battito delle ali (1). »

Lentamente, progressivamente, l'albero della vita si fa grande e si sviluppa. Si osserva un parallelismo evidente fra l'evoluzione del regno vegetale e quella del regno animale. Le più antiche piante conosciute sono le alghe marine elementari, allo stesso modo che sono organismi marini i più antichi animali. È assai degno di nota che il regno vegetale abbia seguìto nel suo sviluppo, come il regno animale, precisamente l'ordine indicato dalla fisiologia: è questo un fatto capitale e irrefragabile, contro del quale non saprebbe prevalere alcun argomento teorico. Se i fossili conservati nei terreni laurenziano, cambriano e siluriano ci mostrassero vegetali superiori, e alberi, e fiori o frutta analoghe alle piante attuali, sarebbe lecito di contestare i principî esposti fin dalle prime pagine di questo libro. Ma, a somiglianza del regno animale, anche il regno vegetale ha seguìto puntualmente la progressione lenta che i nostri lettori sono stati chiamati ad apprezzare negli studi che precedono. I vegetali più semplici, le crittogame, sono più antichi, e sono i soli che si rinvengano negli strati geologici dell'età primordiale: le piante più perfezionate, le fanerogame, non sono comparse sulla scena del mondo che assai più tardi. Le crittogame sono nella storia del pianeta come nella fisiologia vegetale, lo stipite e il punto di partenza di tutti i vegetali.

Noi troviamo all'origine di tutte le piante una sostanza protoplasmica ancora amorfa, ma che già possiede gli attributi essenziali della vita. È la medesima sostanza che ha formato i primi animali, e un accenno a questo stato primitivo è conservato nel vegetale più perfezionato e che possa essere maggiormente lontano dal punto di partenza. Nell'interno

(1) Edgardo Quinet. *La creazione.*

delle cellule vegetali, il protoplasma, vero ameboideo (veggasi pag. 117) si contrae e respira a foggia di un animale. Le piante carnivore, le piante che mangiano insetti se ne sovvengono al punto d'essere pressochè animate; le sensitive subiscono l'influenza degli anestesici. Le prime piante, le alghe unicellulari, i funghi, che sono già i loro parassiti, i licheni, che risultano dall'unione dei funghi ascomyceti colle alghe inferiori, non sono che agglomerazioni di cellule protoplasmatiche.

È con ragione che si diede il nome di *età delle alghe* all'epoca primordiale, imperciocchè esse non hanno tardato a espandersi nei mari primitivi, e sono altresì le prime piante che, trovandosi sulle rive, si sono leggermente modificate per poter vivere senza molta acqua, od anche solo in un'aria impregnata d'umidità. Quelle che sono restate in

Fig. 108. — Le piante più antiche. Crossochorda trovata nel terreno siluriano di Bagnols (Orne).

fondo alle acque, in condizioni quasi invariabili, non hanno avuto occasione di trasformarsi, e tali quali noi le rinveniamo oggidì, esse esistevano or son milioni d'anni. Questi *protofiti* (prime piante) offrono tuttavia, fin dall'epoca siluriana, una grande quantità di forme e di dimensioni. Alle specie menzionate più sopra, ai bilobiti ed alle alghe primordiali, si possono aggiungere i *crossochorda* (fig. 108) trovati nel siluriano inferiore di Bagnols (Orne) e della Scozia, i quali non sono guari altro fuorchè cilindri e tubi intralciati fra loro, come le alghe attuali del mare di Sargassi; gli *artrophycus* che si rinvennero in tutti i piani del siluriano e che si compongono di tubi divergenti da un solo ceppo; gli *eofiti* che rassomigliano alle bilobiti, i *sifonati*, e sopratutto il gruppo importante delle *chondriti*, che, avendo avuto origine nell'epoca siluriana, scom-

parvero verso la metà dell'epoca terziaria: sono ramificazioni di cilindretti (fig 109). Le alghe superiori (caracee, feosporee, fucoidee e floridee) non sono venute che molto tempo dopo le prime. Non scrivendo noi ora un trattato di botanica, non ci perderemo nei particolari; ma ne importava di delineare in modo completo l'insieme del quadro. Il punto capitale era *di sapere* che la vita vegetale incominciò, come la vita animale, dagli organismi marittimi più elementari. La vegetazione aerea procede tutta quanta dai prodotti acquatici. Diverse alghe hanno abbandonato le acque per prendere possesso del suolo emerso, stabilendosi dapprima nelle stazioni umide e spesso inondate, e disperdendosi in seguito a piccole tappe, col sottomettere l'aggregato cellulare primordiale ad influenze modificatrici diverse. Sotto l'influenza del nuovo mezzo, i tessuti cellu-

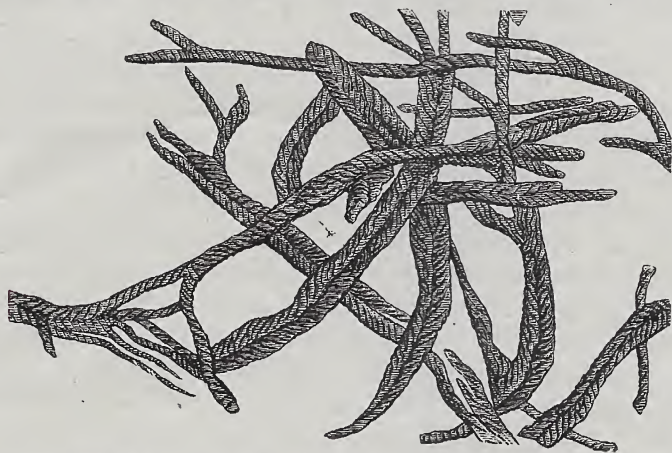



Fig. 109. — Le piante più antiche. Chondrites bollensis elongatus.

lari, originariamente omogenei, diedero vita a nuovi integumenti. Assumendo le funzioni d'assorbimento o di nutrizione gassosa una energia sempre più grande, organi speciali si foggiarono specialmente per questo scopo. Da una parte, presero a nascere e muschi ed epatiche; dall'altra, felci, ofioglossee, equisetacee, calamiti, ecc. Le prime piante sono state le crittogame; le fanerogame e tutto il mirabile regno vegetale attuale ne sono la discendenza (1).

I primi vegetali terrestri, e così parimenti i primi animali a respirazione aerea, non compaiono che alla fine del periodo siluriano. Nelle ardesie di Angers, il professore Morière, di Caen, ha trovato una bellissima impronta di felce, che venne chiamata *Eopteris Morierei*, e che noi riproduciamo in quest'opera, togliendola dagli studi del signor De

---

(1) Marion e De Saporta. *L'evoluzione del regno vegetale*. Le crittogame

Saporta (fig. 110). Si rinvennero altresì nel siluriano di Cincinnati, delle sigillarie, dei licopodii e delle calamiti. Sono esse le più antiche piante terrestri che si conoscano, e rimontano al periodo siluriano. L'organizzazione già complessa del regno vegetale, fin dal suo apparente inizio alla superficie del suolo, fa presumere l'esistenza di un periodo, rimasto sconosciuto, di vegetali terrestri assai più semplici delle felci, delle calamariate o delle sigillarie. Allorchè le pioggie erano, per così dire, perpetue alla superficie, allorchè il calore ancora sensibile delle acque, provocava un'evaporazione incessante, furono vegetali d'una struttura elementare che ebbero a ricoprire il suolo. Queste piante primitive vivevano senza dubbio a guisa delle alghe, che la marea non abbandona che per ricoprire di nuovo; e al pari d'esse rimanevano immerse in un bagno a stento interrotto. È in seguito ad una lunga serie di secoli che esse dovettero rivestire le forme che ci sono rivelate dalle più antiche impronte. Durante il tempo in cui si svilupparono gli schisti, le quarziti e i calcari dei sistemi *laurenziano*, *cambriano* e *siluriano*, l'aria dovette purificarsi, le pioggie finalmente dovettero cessar dall'essere continue per divenire intermittenti, e l'atmosfera, pur rimanendo calda ed annebbiata, costituirsi un secondo mare sospeso al di sopra dell'Oceano. Allora anche la vegetazione terrestre ha dovuto elaborare delle forme e degli organi appropriati alle nuove circostanze. Per la prima volta i vegetali hanno presentato foglie ed emesso radici, e diversificata la struttura del loro tessuto, ed acquistata, oltre alla bellezza che risulta da una simmetria di più in più rigorosa delle loro parti, la forza che nasce dall'energia crescente delle funzioni vitali.

« L'acqua costituisce un mezzo al quale gli organismi inferiori si trovano per la massima parte adattati. Classi intere d'animali e di piante, quali le alghe, i zoofiti, la maggioranza dei molluschi e tutti i pesci, vivono relegate in questo elemento, che non possono abbandonare senza perire. Non solamente l'acqua serve di veicolo ai gas respirati da questi esseri, ma essa bagna questi ultimi, e li compenetra; il sistema acquifero dei molluschi comprende perfino tutto un complesso di aperture e di canali. È questo uno dei caratteri meglio spiccati d'inferiorità relativa. Prendiamo le alghe, e al pari degli animali molli, noi vedremo che, non appena ritirati dall'acqua, questi organismi si disseccano e perdono, mediante l'evaporazione, il liquido che mantiene in essi la circolazione della vita. Questi esseri puramente acquatici muoiono prontamente una volta ritirati dall'acqua; ma si comprende agevolmente come un'atmosfera molto umida sia pressochè l'equivalente di un mezzo liquido. È in tal modo che i porcellini (1), benchè respiranti a mezzo di branchie come

(1) Fr. *Cloportes*. Sono gli Oniscidi o porcellini appartenenti al genere dei Crostacei, ordine degli Isopodi: animaletti che si mostrano di rado nelle ore del giorno, e si rinvengono più spesso nei luoghi umidi, sotto le pietre, nelle fessure delle muraglie, ecc. Si nutrono di materie vegetali ed animali in decomposizione, ed hanno la proprietà di avvolgersi a guisa di pallottolina, quando sono inseguiti o intravedono qualche pericolo. *Nota del Trad.*

gli altri crostacei, vivono nell'aria sotto le pietre e nell'erba bagnata. I licheni ed i muschi, benchè terrestri, non vegetano che sotto l'influenza dell'acqua. Inerti fino a che l'aria resta secca, queste piante sospendono, per così dire, il corso della loro esistenza; la loro vita si arresta, per riprendere il proprio cammino una volta che l'umidità renda loro elasticità e vigoria. La lentezza della vegetazione dei licheni, di cui il corpo, in forma di placca, non si estende che per mezzo della periferia, è veramente incredibile. Un secolo intiero produce in essi ben pochi cangiamenti, e taluno dei licheni che noi guardiamo con disprezzo, risale, per l'età sua, al di là dei tempi storici.

« L'aria umida è stata senza dubbio la via per cui la vita ritirò in passato le sue produzioni dal seno dell'acqua per stabilirle alla superficie del suolo. Le felci, che sono le più antiche piante terrestri di cui si abbia conoscenza, non prosperano mai tanto quanto in un'atmosfera umidiccia. D'altra parte la differenza fra il mezzo acquatico ed il mezzo atmosferico ha dovuto originariamente ridursi pressochè a nulla. L'aria, ottenebrata da vapori, risolvendosi in pioggie continue, offriva alle piante ed agli animali condizioni d'esistenza sensibilmente analoghe a quelle ch'esse trovano nel seno stesso dei flutti. Il mollusco polmonato, in cui le branchie si trovano sostituite da tasche ad aria, e che respira fuori dell'acqua, non è giunto ad arrampicarsi sulla terra che a forza di precauzioni. Animale dalla pelle molle e nuda, egli non saprebbe camminare sul suolo senza perdere le mucosità che trasudano dal suo corpo, e servono a facilitargli il cammino. Così, per non esaurirsi, ed essere rapidamente fiaccato, egli abita recessi oscuri ed umidi, da cui non esce che la notte o nei giorni di pioggia, e pei molluschi che possiedono una conchiglia il pericolo d'esporsi all'aria è così imperioso, che non mancano di chiudersi in essa ermeticamente, sia col secernere un umore viscoso, sia col far uso d'un opercolo (1). Rattratti in fondo ad una nicchia angusta, ma sicura, i molluschi provveduti di conchiglia attendono talvolta durante mesi e stagioni intere le occasioni favorevoli; essi rimangono inerti fino a che l'umidità non li toglie dal loro torpore; e si sono perfino potuti vedere talvolta, con maraviglia, gli animali di certe collezioni di conchiglie, numerizzate e classificate con etichetta da anni, uscire dal loro stato di riposo sotto l'influenza di un bagno, e riprendere inopinatamente il moto e la vita. Acquatici dapprima, gli animali e le piante non hanno potuto stabilirsi all'aria che coll'aiuto di mezzi subdoli, di ciò che noi potremmo chiamare sotterfugi, e cioè ricercando l'acqua all'infuori dei luoghi in cui questo elemento si raccoglie in massa. Per formare esseri definitivamente aerei e terrestri, la vita ha concepito

(1) L'opercolo è un pezzo calcareo che serve a chiudere ermeticamente l'apertura delle conchiglie a spirale, allorchè l'animale vi si è ritirato durante l'inverno per evitare il freddo.
Nota del Trad.

piani più complessi e d'una esecuzione più lunga. Essa vi è arrivata principalmnte mediante la respirazione polmonare negli animali vertebrati, e nelle piante mediante l'artificio combinato di un complesso d'organi, che sono sconosciuti o rudimentari nei vegetali inferiori, quali sono le radici, incaricate di assorbire i materiali del succo vitale, e le foglie, che adempiono all'ufficio di branchie aeree (1). »

Solo qualche anno fa si dubitava ancora dell'esistenza di animali a respirazione aerea alla fine del periodo siluriano. Recentissimamente, e cioè nel 1884, un naturalista svedese, il signor Lindstrom, di Stoccolma, ha trovato uno scorpione fossile nel terreno siluriano superiore dell'isola di Gotland (Svezia). È il più antico animale terrestre che sia fin qui

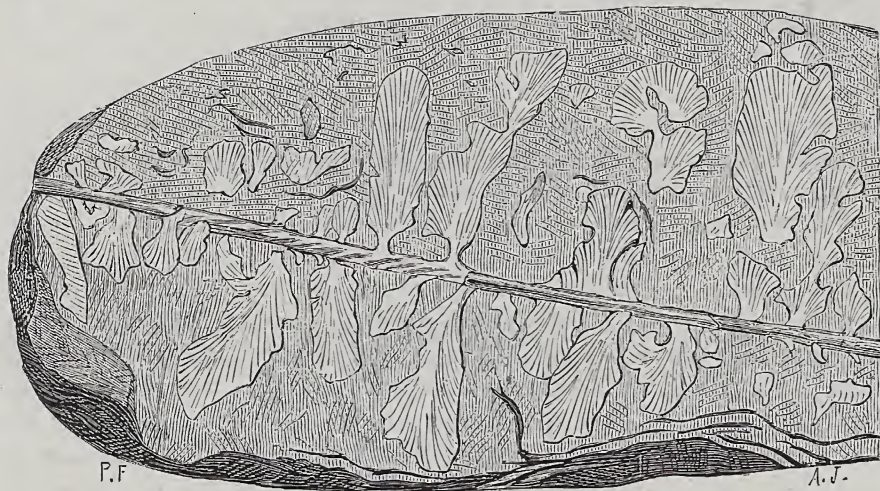



Fig 110 — La più antica pianta *terrestre* conosciuta
Eopteris Morierei, trovata nel 1878, nel terreno siluriano.

stato scoperto. (Le libellule che fino ad oggi risalivano alla più remota antichità erano state trovate nel terreno devoniano del Canadà.) Noi ne riproduciamo qui il facsimile della fotografia fedele (fig. 111). Esso differisce dagli scorpioni attuali nella particolarità che le quattro paia di zampe toraciche, che sono grosse ed appuntite, rassomigliano alle zampe degli embrioni di molti altri tracheati. Questa forma di zampe non esiste più negli scorpioni fossili dell'epoca carbonifera, nei quali queste appendici rassomigliano a quelle degli scorpioni attuali. La coda termina in punta. Nel tempo stesso, un altro naturalista, il signor Hunter, riconosceva la vera natura d'un altro scorpione trovato da lui, nel 1883, nello strato siluriano superiore della Scozia. È notevole che questi due

(1) De Saporta *Il mondo delle piante prima dell'apparizione dell'uomo.*

esemplari d'animali, che non vivono oggidì che nei paesi caldi, siano stati trovati sotto le latitudini boreali della Svezia e della Scozia. I climi non esistevano ancora.

Gli scorpioni sono invertebrati, appartenenti alla tribù degli anellidi, ed alla classe degli aracnidi, che succedono alla classe dei crostacei nella classificazione del regno animale (vedasi pag. 74). È il segnale dell'apparizione degli animali terrestri. Nel tempo stesso, in seno alle acque

Fig 111. — Il più antico animale *terrestre* conosciuto.
Scorpione fossile trovato nel 1844, nel terreno siluriano.

ancor tiepide, stanno per apparire i primi vertebrati, i pesci. La natura continua gradatamente l'opera sua.

Quale affermazione più recisa, più magnifica della legge del progresso potremmo noi domandare alla natura? Con tutte le voci sue, essa ci dà, in tutto ed ovunque, lo stesso insegnamento. « Applicato alla natura vivente, diremo noi col signor De Saporta, il progresso è semplicemente un cammino che ha luogo in una direzione determinata secondo il senso della parola latina *progredi*, avanzarsi. L'organismo procede; e procedendo, si modifica e si complica più o meno; da ciò il perfezionamento, che non è che il progresso relativo e comparato. Il perfezionamento assoluto è il risultato possibile, ma non necessario, di questa maniera di

procedere. Il progresso rimane così un fenomeno essenzialmente relativo per ogni essere e per ogni serie di esseri in particolare, poichè il modo di progressione non essendo lo stesso per tutti, è ben lungi dal produrre per tutti i medesimi effetti. Ma, se si considera il complesso degli esseri, il progresso ne vien fuori come la base stessa e l'essenza del piano generale delle cose create; è il cemento che collega tutte le parti dell'edificio, e senza di cui crollerebbe tosto per dissolversi in polvere. Partire dall'alga e dal mollusco inferiore, od anche da più basso ancora, per giungere all'uomo, e all'uomo intelligente, morale e religioso, non è ciò constatare il più splendido e indiscutibile concatenamento del progresso? L'essere unicellulare, inerte a forza di semplicità organica, si palesa alla soglia di tutta quanta la creazione; poi, a misura che i secoli si svolgono a miriadi, attraverso innumerevoli vicissitudini, gli esseri si moltiplicano, si complicano, si specializzano, si ramificano; essi acquistano a poco a poco la forza, la grazia, la diversità fra loro, e si scostano sempre più gli uni dagli altri; le loro operazioni si complicano non meno dei loro organi; le loro facoltà si localizzano; i loro istinti si accentuano; l'intelligenza appare da ultimo come un sole; dapprima debole, ma che si leva poscia e spazza via alla perfine le nubi. Quale spettacolo l'esecuzione di questo piano che procede inesorabilmente, come un dramma eterno che si svolga di atto in atto, di scena in scena, per giungere ad un inevitabile scioglimento, in cui noi stessi diveniamo attori, in pieno possesso dei nostri destini, e colla coscienza della parte che ne spetta!

Ci si accusa di mancare di orgoglio, di fierezza e di dignità, interpretando umilmente queste grandi lezioni della natura, ed ammettendo che gli esseri viventi, come gli alberi e i fiori, sono partiti da un punto assai basso, per elevarsi ad uno altissimo. Quale accusa irriflessiva! Non vi è forse più merito a salire di quel che a discendere? L'uomo non è forse più nobile, più grande, più degno d'ammirazione coll'aver saputo spogliarsi della crisalide animale, e dischiudere le sue ali in pieno cielo, che non s'egli fosse veramente caduto da uno stato di perfezione arcangelica? Tra l'insegnamento unanime della natura, la logica e il buon senso da una parte e la negazione della scienza, la favola, e l'imaginazione dall'altra, è egli ancor lecito di esitare? No.

LIBRO III

L'ETÀ PRIMARIA

CAPITOLO PRIMO.

LE EPOCHE DELLA NATURA.

La formazione dei terreni. — Loro classificazione.

In un manoscritto arabo del settimo secolo dell' Egira (XIII secolo dell'èra nostra) conservato nella Biblioteca nazionale di Parigi, l'autore Mohamed Kazwini, mette in bocca ad un personaggio allegorico la leggenda originale seguente:

« Passando un giorno da una città antichissima e prodigiosamente popolata, io chiesi ad uno dei suoi abitanti da quanto tempo essa fosse stata fondata. — « È, a dir vero, mi rispos'egli, una città potente, ma noi non sappiamo da quando essa esista, e i nostri antenati, a tal proposito erano altrettanto ignoranti quanto noi. »

« Cinque secoli più tardi, io tornai a passare dallo stesso luogo, e non potei scorgere vestigia alcuna della città. Richiesi allora ad un paesano occupato a cogliere delle erbe sul luogo, ove la città fosse posta in antico e da quanto tempo essa fosse stata distrutta: — « In verità, mi disse egli, ecco una singolare domanda. Questo terreno non è stato mai altro di ciò che è al presente. » — « Ma non vi fu qui anticamente, gli replicai io, una splendida città?» — « Giammai, mi rispos'egli, almeno da quanto ne possiamo giudicare per ciò che abbiamo visto, ed anche i nostri padri non ci hanno mai parlato di una cosa consimile. »

« Al mio ritorno, cinquecento anni più tardi, in quegli stessi luoghi, li trovai occupati dal mare; sulla riva soggiornava un gruppo di pescatori, ai quali io domandai da qual epoca la terra fosse stata coperta

dalle acque. — « È questa, mi dissero coloro, una domanda da farsi da un uomo par vostro? Questo luogo è sempre stato ciò ch'esso è oggidì. »

« In capo a cinquecento anni vi ritornai ancora, e il mare era sparito: m'informai da un uomo che incontrai solo in quei paraggi, da quanto tempo il cangiamento avesse avuto luogo, e mi diede la medesima risposta che io avevo avuta precedentemente.

« Alla fine, dopo un lasso di tempo eguale ai precedenti, vi ritornai un'ultima volta, e vi trovai una città fiorente, più popolata e ricca in monumenti della prima che avevo visitata, e allorchè volli essere edotto sulla sua origine, gli abitanti mi risposero: — « La data della sua fondazione si smarrisce nella più remota antichità; noi ignoriamo da quando essa esista, e i nostri padri, a tale riguardo, non ne sapevano più di noi. »

È ben questa l'imagine della brevità della memoria umana e della ristrettezza dei nostri orizzonti sì nel tempo che nello spazio. Noi siamo indotti a credere che la Terra è sempre stata ciò che è ora; e non ci raffiguriamo che con difficoltà le trasformazioni secolari ch'essa ha subite durante i milioni e milioni d'anni che hanno preceduto l'apparizione dell'uomo: la grandezza di questi tempi ci annienta, come in astronomia la grandezza dello spazio.

All'epoca in cui siamo ora in questa storia della Terra, la vita è già assai sparsa in fondo alle acque, che ricoprono ancora la quasi totalità del globo. Essa consiste specialmente in piante primitive, rudimentari, in molluschi ed in crostacei. Essa si sviluppa. Le specie dimoranti in condizioni invariabili, o poco variabili, per esempio, in fondo al mare, si perpetueranno senza cangiar molto, e un gran numero fra di esse arriveranno fino a noi. Quelle che si troveranno verso le rive, o già sulla terra ferma, avranno a subire variazioni nel loro modo d'esistenza, nella respirazione, alimentazione, temperatura, luce, ecc., ecc.; esse vi si acclimeranno trasformandosi, o periranno se il cangiamento è troppo considerevole e troppo brusco. Molti geologi hanno dato il nome di « periodo di transizione » all'epoca a cui noi siamo giunti; ma in realtà tutte le epoche sono periodi di transizione; si passa costantemente, indefinitamente da una fase all'altra. Si verifica inoltre spesso che in politica si qualifica di periodo di transizione l'epoca in cui noi viviamo attualmente, perchè in fatto noi siamo qui per osservare i cangiamenti che s'operano intorno a noi — e non solamente per osservarli, ma altresì per subirli, imperciocchè il progresso delle idee e della libertà non procede senza far vittime, e ognuno paga il suo tributo all' ascensione dell' umanità verso uno stato che si desidera senza posa più perfezionato. Ma in effetto, nella storia dell'umanità, come in quella della natura, tutte le epoche sono periodi di transizione, di passaggio da uno stato verso un altro più elevato. E possiam dirci felici quando non si tratti di cadute o di regressi! Bisogna riconoscere d'altronde che, se le nazioni si fanno grandi,

arrivano all'apogeo, e poi declinano e muoiono, il patrimonio dell'umanità considerata nel suo complesso, si arricchisce e si fa grande di secolo in secolo. La serie delle transizioni fa, senza dubbio alcuno, progredire costantemente l'umanità.

Noi dimenticheremo dunque questo termine di periodo di transizione per non conservare che il suo nome geologico. Questo periodo, che viene immediatamente dopo il periodo siluriano, descritto nel capitolo precedente, e che inizia una seconda èra nella storia della natura, l'èra *primaria*, ha ricevuto il nome di *periodo devoniano* pel motivo che si sono specialmente studiati per la prima volta (Murchison e Sedgwick, 1837) i terreni che ne racchiudono i fossili in Inghilterra, nella contea di Devonshire. Questi strati sono altresì designati talvolta col nome di *vecchia arenaria rossa* in causa del loro aspetto.

Ma è necessario che noi ci rendiamo conto geologicamente di questa successione di terreni e di strati paleontologici. Fino al presente, noi abbiamo precisamente contemplato e studiato la nascita e lo sviluppo della *vita*, sì animale che vegetale; abbiamo assistito alle prime scene dello spettacolo della natura, ed abbiamo visto apparire gli organismi primitivi, che hanno incominciato sul nostro pianeta l'èra dell'ascensione vitale di cui l'uomo occupa la sommità. È interessante per noi ora di vedere come i terreni si sovrappongono, e di seguire le vie della Natura nel deposito consecutivo dei suoi strati, in seno ai quali si sono trovate le vestigia degli esseri dispersi.

Compiliamo dunque innanzi tutto un quadro sintetico della successione di questi terreni e di queste età, incominciando dai più antichi, e cioè da quelli che già conosciamo per averli esaminati nei capitoli precedenti.

QUADRO DEI PERIODI PALEONTOLOGICI
O DEI
GRANDI CICLI DELLA STORIA ORGANICA DELLA TERRA.

I. Primo Ciclo. — Età primordiale.
Età degli Esseri acranici e delle Alghe.

1.° Età primordiale antica . . . . . o Periodo laurenziano.
2.° Età primordiale media . . . . . o Periodo cambriano.
3.° Età primordiale recente . . . . . o Periodo siluriano.

II. Secondo Ciclo. — Età primaria.
Età dei Pesci e delle Felci.

4.° Età primaria antica . . . . . . o Periodo devoniano.
5.° Età primaria media . . . . . . o Periodo carbonifero.
6.° Età primaria recente . . . . . . o Periodo permiano.

III. Terzo Ciclo. — Età secondaria.
Età dei Rettili e degli Alberi con foglie persistenti.

7.° Età secondaria antica . . . . . . o Periodo triasico.
8.° Età secondaria media . . . . . . o Periodo giurassico.
9.° Età secondaria recente . . . . . o Periodo cretaceo.

IV. Quarto Ciclo. — Età terziaria.
Età dei Mammiferi e degli Alberi a stagioni.

10.° Età terziaria antica. . . . . o Periodo eocenico.
11.° Età terziaria media . . . . o Periodo miocenico.
12.° Età terziaria recente . . . . o Periodo pliocenico.

V. Quinto Ciclo. — Età quaternaria.
Età degli Uomini, delle Piante coltivate e degli Animali domestici.

13.° Età quaternaria antica . . . . . o Periodo glaciale.
14.° Età quaternaria media . . . . . o Periodo postglaciale.
15.° Età quaternaria recente . . . . o Periodo della civiltà.

I terreni si sovrappongono nello stesso ordine. Ne diamo il quadro e lo spaccato, ponendo naturalmente in basso i terreni inferiori, secondo l'ordine normale della loro successione nella storia della natura.

SOVRAPPOSIZIONE E SUCCESSIONE CRONOLOGICA

DEGLI STRATI FOSSILIFERI.

Spessore dei terreni		
200m	Quaternario . . .	Attuale o superficie. Recente o quartenario superiore. Postglaciale o quartenario medio. Glaciale o quarternario antico.
1000m	Terziario	Pliocene superiore. Pliocene inferiore. Miocene superiore. Miocene inferiore. Molassa. Eocene superiore. Gesso. Eocene medio. Calcare grossolano. Eocene inferiore. Sabbie e argille.
5000m	Secondario . . .	Cretaceo superiore Creta bianca. Cretaceo medio Gres verdi Cretaceo inferiore. Wealdiano delle foreste Giurassico Oolitico superiore. Portlandiano. Giurassico. Oolitico medio. Oxfordiano. Giurassico. Oolitico inferiore. Bathoniano. Giurassico. Lias. Triasico superiore. Keuper. Marne iridate. Triasico medio Muschelkalk. Conchiglie. Triasico inferiore. Arenaria variegata.
14 000m	Primario	Permiano superiore. Zechstein. Permiano inferiore. Nuovo gres rosso. Carbonifero superiore. Arenaria col carbon fossile Carbonifero inferiore. Calcare carbonifero (marino). Devoniano superiore. Vecchia arenaria rossa. (Puddinghe). Devoniano inferiore.
23 000m	Primordiale . . .	Siluriano superiore. Siluriano inferiore. Cambriano superiore. Cambriano inferiore. Laurenziano superiore. Laurenziano inferiore.

Questi strati riposano sul terreno primitivo del globo, sul granito, ecc., in cui non s'è trovato alcun vestigio di vita. Tra il granito e il terreno laurenziano inferiore si trovano, come noi vedemmo, il gneiss, il mica-

schisto e gli schisti che parrebbero granito trasformato dalla pressione, dal calore, dall'acqua, dai sali, dalle eruzioni, dalle dislocazioni, dalle miscele, ecc., in una parola dalle condizioni dell'attività stessa di quest'epoca primitiva.

Questa successione di terreni che compone la scorza del globo è qui rappresentata (fig. 113) collo spessore relativo osservato nelle diverse formazioni. È uno spaccato teorico.

Come noi vedemmo, è estremamente raro che si rinvengano nel loro ordine primitivo questi strati orizzontali e paralleli; quasi dovunque essi sono stati sconvolti, inclinati, dislocati, dai sollevamenti, dagli abbassamenti, dai terremoti, dagli scorrimenti e dalle rivoluzioni diverse di cui la superficie del nostro pianeta fu il teatro fin dall'origine dei tempi. Ma l'ordine non è mai sconvolto, e le successioni si mostrano sempre nell'ordine riconosciuto, che è quello in cui la natura ha operato essa stessa.

Se noi vogliamo rappresentarci tutto il complesso dei terreni coi suoi particolari, è necessario di non soffermarci allo spaccato esattissimo degli spessori relativi, e di dare invece maggior importanza a terreni moderni.

Ognuno sa che al disotto della terra coltivabile su cui germogliano i campi, i prati ed i boschi, si trovano, ad un'esigua profondità, terreni rocciosi di un'altra natura, e roccie più o meno dure, e pietre, e calcare, e sabbia, e creta, e argilla, ecc. La terra vegetale non è mai di un gran spessore; la si trova spesso ridotta ad alcuni decimetri solamente e su alcune roccie non oltrepassa perfino pochi centimetri. Nelle alte montagne essa manca completamente. Nelle pianure e nelle valli raggiunge il suo massimo spessore. Lo strato superficiale del suolo è il prodotto attuale delle cause in azione: qui l'*humus* dei boschi accresce lentamente lo spessore della terra vegetale; là l'industria umana vi aggiunge ingrassi per renderlo più fertile; più lungi le pioggie travolgono sui terreni inferiori tutto ciò che i terreni superiori contenevano di buono sotto il rispetto della fertilità; altrove i grandi fiumi straripando spandono un limo sulle praterie: e in tal modo si modifica senza tregua la superficie del globo.

Al disotto di questo strato superficiale, si rinvengono i banchi minerali, di cui noi parlammo testè, secondo una sovrapposizione corrispondente all'ordine successivo di loro formazione. In tutto questo insieme, la composizione geologica mostra pressochè ovunque delle alternanze di arenarie, di calcare e d'argilla. Dalla superficie del suolo coltivato fino alle roccie più profonde, tutta la sostanza terrestre si compone di tre elementi principali: la silice, il carbonato di calce e l'allumina o argilla.

La silice ha prodotto il quarzo, la pietra da macina, la selce, la sab-

bia delle rive e delle dune; l'allumina ha prodotto, colle sue mescolanze, le argille e le marne; il carbonato di calce ha prodotto la pietra calcare (la più diffusa di tutte le sostanze minerali della scorza terrestre), le pietre delle nostre cave, la creta, i marmi e le arenarie. Vengono in seguito i metalli, generalmente iniettati in filoni. Queste sostanze hanno una parte importante nell'abitazione dell'uomo sul pianeta e nelle manifestazioni materiali della civiltà.

Questi strati si sono formati con una lentezza estrema. In un anno, in dieci anni, in cento anni, il deposito geologico condensato in fondo

Quaternario . . . .
Terziario. . Pliocene - Miocene - Eocene
Secondario: Cretaceo, Giurassico, Triasico
Primario: Permiano, Carbonifero, Devoniano
Primordiale: Siluriano, Cambriano, Laurenziano

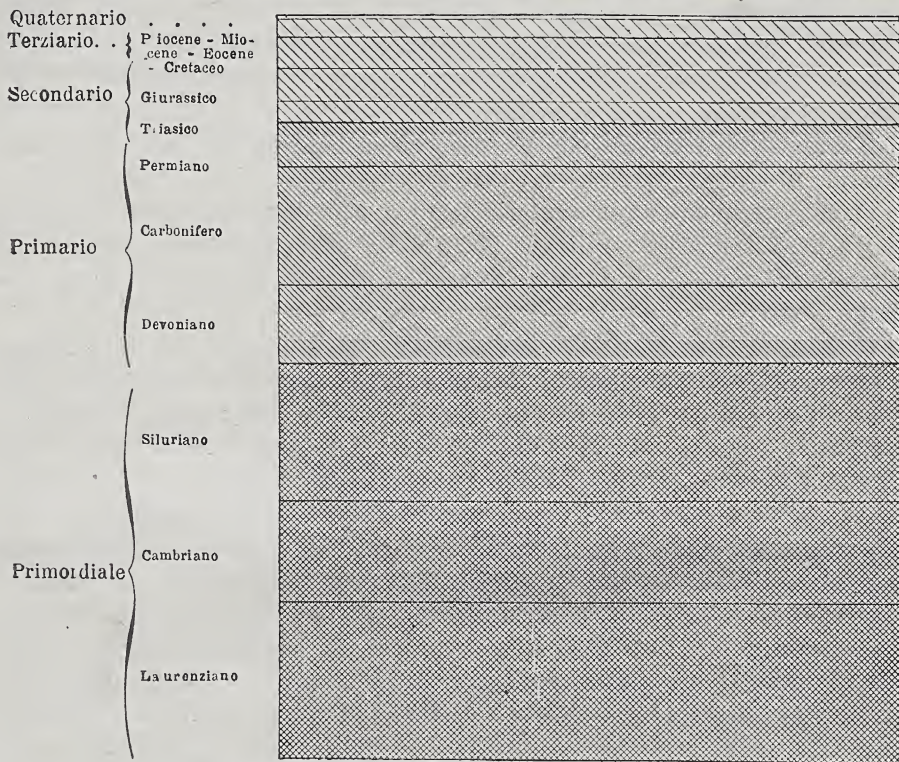



Fig. 113. — Spessore comparativo dei terreni geologici.

ad un'acqua tranquilla o verso le rive del mare, è quasi nullo. Da lungo tempo i geologi ammettono di comune accordo che le diverse formazioni sono scaglionate in serie storica. Gli strati sovrapposti rispondono a periodi successivi della storia organica terrestre, durante i quali essi si sono depositati in fondo ai mari allo stato di limo. A poco a poco, questo fango si è pietrificato; e dopo un certo numero di emersioni e di sommergimenti alternantisi, queste roccie si sono sollevate in montagne. Tutte le montagne, ad eccezione del granito e del gneiss, sono costituite di roccie primitivamente formate in fondo ai mari.

Profondità in metri

Terreno attuale. . . — Sabbia e ghiaja

Terreno quaternario — Alluvioni — 1

Terreno terziario. . — 1 Calcare cloritico. - 2. Sabbia gialla ferruginosa. - 3 Argilla azzurra sabbiosa e lignite. - 4 Argilla azzurra e pirite di ferro - 5 Sabbia quarzosa e ferro sulfureo. - 6 Sabbia argillosa. - 7. Argilla variegata. - 8 Argilla cretacea. - 9 Argilla con nòduli di calcare - 10 Marna sabbiosa e nòduli - 11 Sabbia argillosa-calcarea. — 2 3 4 6 7 8 9 10 11

Terreno secondario —

Creta bianca con selce piromaca nera in rognoni, ad intervalli da 2 a 3 metri.

Roccie dolomitiche durissime, in numero di otto, separate da banchi di creta grigia e dura, contenente silice polverizzata e particelle di mica.

Creta bianca con selce in rognoni

Selce in banco solido

Creta grigia con selci sempre più discoste.

Selci sempre avvicinate e creta

Creta grigia con selci

Creta grigia.
Vi è maggior quantità di selce in questa parte della creta, ma la silice che vi si trova disseminata la rende durissima

Creta verde cloritica con roccie silicee durissime.

Creta azzurra sempre più argillosa con piriti di ferro nei banchi inferiori.

Argilla bruna micacea contenente piriti di ferro con nòduli di calce fosfati, e numerose conchiglie fossili

Argilla e grossi grani di quarzo.

Sabbia vorde argillosa, poi sabbia quarzosa in cui vi è l'acqua.

0 — 50 — 100 — 150 — 200 — 250 — 300 — 350 — 400 — 450 — 500 — 547 m

Calcare grossolano.

Argilla plastica.

Creta bianca.

Creta grigia.

Chiesa di Nostra Signora.

Gault

Fig. 114. — Le assise geologiche. — Sezione del pozzo artesiano di Grenelle a Parigi.

Ancor oggi, gli strati di sedimento continuano a depositarsi in fondo alle acque, come nei tempi antichi. L'azione dell'ossigeno dell'aria sulle roccie più dure, il calore che le dissecca e fa screpolare, le alternative del calore e del freddo, il vento, gli uragani, il fulmine, le tempeste, le trombe, le pioggie, le inondazioni decompongono le roccie, le denudano e riducono i minerali allo stato di sabbia. Nulla resiste contro tali agenti, nè il granito, nè il ferro, nè i più duri metalli. Il potere dissolvente della pioggia sola, dell'acqua carica d'acido carbonico, è enorme. Le sculture di pietra e di marmo, fatte solamente alcuni secoli or sono, e così i monumenti del medioevo o del Rinascimento, appaiono erosi al punto che talvolta i soggetti che essi rappresentavano non sono più riconoscibili. La cattedrale di Limoges, edificata col granito solo quattrocento anni fa, è già corrosa su un centimetro di spessore lungo la sua facciata a nord, esposta ai venti dominanti ed alle pioggie. La chiesa di Nostra Signora di Parigi è tutta guasta sulla facciata a sud, perchè a Parigi sono i venti del sud e del sud-ovest che traggono seco la pioggia. Nelle cave da cui furono estratte le pietre della cattedrale di Limoges, lo strato alterato raggiunge metri 1,60. Le pioggie travolgono tutta questa polvere, tutta questa sabbia, e i fiumi la trasportano al mare, dove polvere e sabbia si depositano cariche degli avanzi vegetali ed animali, che hanno trascinato seco loro. Depositi analoghi si formano nei laghi e in fondo alle valli, ove sboccano i corsi d'acqua. Depositi d'un'altra natura hanno luogo attualmente nell'Oceano; le esplorazioni colla sonda, operate per la posa del filo transatlantico, ci hanno appreso che un fango bianco, composto di corpi organici d'una natura identica a quelli che costituiscono la creta bianca, che si rinviene a diverse profondità in tutta la Francia e quasi in tutta Europa, sta attualmente deponendosi su spazi molto più estesi dell'Europa intiera.

Lo spessore relativo dei diversi strati permette di valutare approssimativamente la durata relativa dei diversi periodi. Tuttavia si sarebbe in errore nel concludere, dalla durata della formazione di uno strato di un decimetro di spessore, per esempio, che uno strato d'un metro rappresenti esattamente dieci volte maggior tempo, ed uno strato di cento metri mille volte il tempo stesso, inquantochè le condizioni di formazione dei diversi strati sono variabilissime. Noi possiamo solo, dallo spessore e dalla potenza di una formazione, dedurre approssimativamente la lunghezza relativa del periodo a cui essa corrisponde. Ma si dimentica troppo che la durata della vita umana è una scala minuscola di paragone per misurare estensioni di tal fatta, e che i tempi storici dell'umanità tutta quanta non sono che un fuggevole momento a petto della prodigiosa immensità dei tempi geologici. L'uomo è naturalmente condotto a servirsi come misura del tempo, dello spazio compreso tra la sua nascita e la sua morte, e questa misura istintiva ha esercitato un'in-

fluenza considerevole sulla nostra concezione generale della natura, da Mosè a Gesù fino a Bossuet e Cuvier. Un uomo dell'età di ventiquattro anni ha vissuto 29 219 giorni. Imaginiamo che questa vita sia ridotta alla sua millesima parte, e cioè a 29 giorni, e che tutti i fenomeni della nostra esistenza siano accelerati nella medesima proporzione. In questo caso un uomo, giungendo alla fine della sua vita, non avrebbe osservato che una sola rivoluzione della Luna; e direbbe dunque che il nostro satellite gira « lentamente » intorno alla Terra, mentre noi diciamo che esso gira « rapidamente » pel motivo che sappiamo come faccia più di dodici giri per anno. Lo stesso osservatore non conoscerebbe il cangiamento delle stagioni che per tradizioni, e potrebbe darsi che molte generazioni d'uomini consimili fossero disparsi dopo questo periodo di gran freddo che noi chiamiamò l'inverno.

Riduciamo ancora questi 20 giorni alla loro millesima parte. La durata della vita di un nostro ottuagenario sarebbe allora di 40 minuti (è quella di certe effimere). Il cangiamento del giorno e della notte, non sarebbe sconosciuto, e se avesse abbastanza penetrazione per notare che durante la sua vita il sole s'è un po' spostato verso l'ovest, non avrebbe sicuramente ragione alcuna di credere che questo sole sia incamminato a tramontare per risorgere all'est.

Noi potremmo, in senso inverso, supporre la durata della vita umana mille volte più lunga, e le sue impressioni fisiche mille volte più lente di quanto lo siano realmente, e così lente anzi che l'impressione del giorno e della notte svanisse, e che il sole,per la rapidità del suo movimento, in conseguenza di una tal lentezza d'impressione, apparisse, non più sotto la forma d'una sfera in moto lento, ma sotto l'aspetto di un anello luminoso che attraversi il cielo dall'est all'ovest. Si sa che nello stato attuale delle cose, l'impressione luminosa rimane un decimo di secondo nella nostra retina prima di giungere allo spirito, e che, se per esempio, facciamo girare davanti a noi un carbone ardente con una velocità di più di dieci giri per minuto secondo, vediamo un anello luminoso continuo. La nostra concezione del mondo esterno sarebbe indifferente affatto da ciò che essa è ora, se queste impressioni impiegassero cinque o dieci minuti per giungere dalla retina al cervello.

Un essere dotato di ragione, la cui vita non durasse che un giorno, avrebbe una tutt'altra concezione dell'universo di colui che vivesse cento o mille anni, e conseguentemente la misura con cui quest'ultimo apprezzerebbe l'universo sarebbe completamente differente da quella del primo.

La pochezza dell'uomo in confronto del tempo è la stessa della pochezza sua in confronto dello spazio. Cos'è la complessione dell'uomo comparata a quella della Terra? La statura media dell'uomo è di metri 1,70 e il diametro del globo terrestre è di 12 742 208 metri. Ma che cos'è la grossezza del nostro pianeta relativamente a quella del gigan-

tesco sole, un milione e duecent'ottantamila volte più luminoso di esso? E nondimeno il nostro sole non è che una *piccola* stella. La distanza che ci separa dalla China ne sembra considerevole; ma che cosa sono alcune migliaia di chilometri in confronto dei 148 milioni di chilometri che ci separano dal sole? Ma, alla sua volta, che è mai questa tappa del sole comparata a quella della stella più prossima, che equivale a *duecento-ventimila* tappe simili a quella da noi all'astro del giorno! E, alla sua volta, che diviene questa distanza di ottomila miliardi di leghe comparatamente agli infinitesimi delle distanze intrasiderali?

Per cercare di apprezzare le fasi della storia della Terra bisogna dunque che noi riduciamo col pensiero alla loro esiguità (si potrebbe quasi dire al loro niente) le impressioni umane relative al tempo. Un secolo

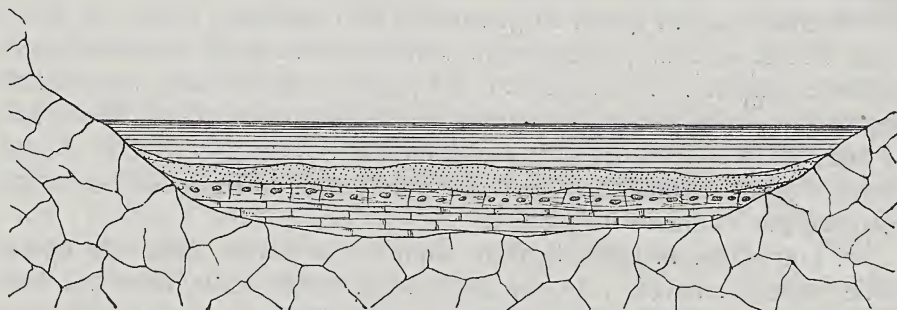



Fig. 115. — Modo di formazione dei terreni di sedimento.

non è quasi nulla in questa storia. Le nostre impressioni di durata, di « lunghezza » di « lentezza » sono relative alla nostra esistenza effimera, e nulla più. In realtà, cento milioni d'anni, un milione di secoli, non è un *lungo* intervallo.

Non solamente un'immensa durata di tempo è stata necessaria per la formazione successiva dei depositi sedimentari e per la loro pietrificazione in roccie compatte e dure, ma questa stessa durata non è stata inoltre meno indispensabile pel sollevamento delle montagne che, quali sono le Alpi e i Pirenei, le Ande e le Cordigliere, s'elevano a quattro, cinque, sei, sette ed ottomila metri al di sopra del livello del mare. Lasciando a parte certe eccezioni, ristrette, a quanto pare, alle operazioni d'ordine vulcanico, e a cause locali di sollevamento, gli inalzamenti e le depressioni del suolo sembrano non aver luogo che con un'estrema lentezza. Di più, essi non sono nè regolari, nè graduali, ma si palesano soggetti ad alternative e ad oscillazioni. Benchè, d'altronde, le irregolarità della superficie terrestre ci sembrino enormi, relativamente alla dimensione del globo, essi sono quasi insignificanti.

Noi già lo dicemmo — ma importa insistere su di un tal fatto, affinchè ciascuno concepisca chiaramente e completamente il modo di formazione

degli strati geologici — tutti i terreni di sedimento sono stati costituiti a spese della scorza del globo: essi sono il prodotto della sua disaggregazione secolare, e sono la stratificazione, la pietrificazione della polvere del tempo. Se essi hanno quarantatremila metri di spessore in totalità dal periodo laureziano fino all'epoca attuale (veggasi pag. 191) sono essi quarantatremila metri tolti successivamente alla superficie delle roccie emerse al di sopra del livello del mare. La scorza del globo, a spese della quale si sono formati tutti i terreni di sedimento, era dunque già di un grande spessore durante la lunga durata dei tempi geologici. Infatti la scorza solida del globo s'è accresciuta, dall'epoca primordiale, in due sensi opposti: in basso, mediante la solidificazione graduale e l'aumento di spessore dovuto al raffreddamento, in alto per la accumulazione dei terreni di sedimento nei bacini dei mari; ma questo

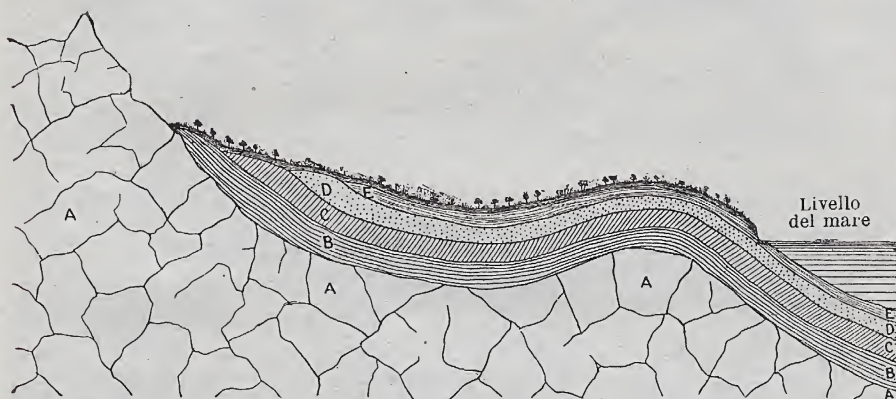



Fig. 116. — Sollevamento dei terreni di sedimento.
A. Roccie eruttive, granito, sieniti, porfido, ecc. — *B*. Terreni primordiali. — *C*. Terreni primari. — *D*. Terreni secondari. — *E*. Terreni terziari.

secondo accrescimento di spessore deve piuttosto essere considerato come un livellamento piuttosto che come un accrescimento reale, poichè si effettua a spese delle montagne, delle irregolarità esteriori e di tutto ciò che è sottomesso all'influenza degli agenti atmosferici.

Lo spaccato geologico disegnato nella fig. 115, ci dà un'idea esatta del modo di formazione di questi terreni. In un bacino più o meno profondo, mare o lago, i frantumi tolti alle roccie esteriori dagli agenti atmosferici d'ogni sorta si sono successivamente deposti. La loro natura minerale, la loro densità, il loro spessore dipendono dalla natura delle roccie di cui esse sono la disgregazione, dalle condizioni in cui si sono deposte, dal tempo che hanno impiegato ad ammassarsi più o meno compatti, e dalle circostanze svariate che hanno dato loro inizio.

Originariamente, questi strati deposti in fondo alle acque sono stati orizzontali o debolmente inclinati. Ma noi abbiamo visto che il globo

terrestre è stato dapprima in fusione, roteando nell'immensità allo stato di sfera liquida luminosa, e che il suo raffreddamento incominciò dalla superficie, essendo più che glaciale la temperatura normale dello spazio: 270 gradi al disotto di zero. La pellicola coagulata, il primo strato granitico, incominciò mediante la justaposizione e la saldatura dei ghiacci galleggianti di granito indurito, e rimase per lungo tempo estremamente esigua. Durante secoli e secoli, essa obbedì docilmente ai più leggieri movimenti del globo liquido interno, e subì maree, e oscillazioni, e sol-

Fig. 117. — Una miniera. — Strati di roccie sovrapposti.

levamenti e depressioni di ogni natura. Allorchè divenne più spessa e più solida, essa non ondulò più così docilmente, ma tuttavia non potè resistere agli impeti spesso violenti provenienti dall'interno, e occasionati da operazioni chimiche pei cangiamenti d'equilibrio dovuti alla condensazione, e per l'imprigionamento di un globo di fuoco in un guscio d'argilla, d'acqua e d'aria. Altri sollevamenti relativamente insignificanti, paragonati alla grandezza ed all'estensione del globo terrestre, modificarono successivamente la superficie. Le roccie eruttive antiche, ancora pastose od anche liquide, sollevarono la scorza solidificata che pesava su di esse e si aprirono la via attraverso fratture che misurano spesso molti chilometri, ed anche molte leghe di larghezza. Si avrà un'idea di questo modo di sollevamento dall'esame della sezione tracciata nella fig. 116.

Le Alpi, i Pirenei, i Vosgi, gli ammassi montuosi dell'Alvernia e della Bretagna, non sono formati diversamente.

Risulta da questi sollevamenti, i quali sono stati svariati, consecutivi, alternanti, che fin dall'origine della vita la superficie intiera del globo andò soggetta a tutte le variazioni imaginabili. Ne tornerebbe impossibile di posare il piede su di un punto che non sia stato l'oggetto di molteplici sconvolgimenti della natura. Tutti i punti del globo, senza eccezione, sono stati una o più volte coperti d'acqua. Per la maggior parte essi furono, non solamente sollevati una sol volta, ma alternativamente

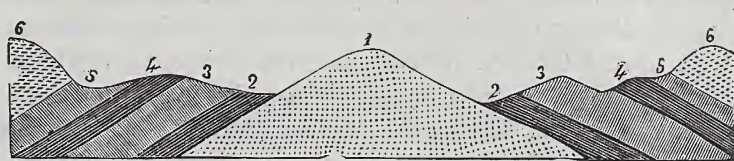



Fig. 118. — Esempio di sollevamento e delle inclinazioni che ne risultano.

sollevati, depressi e risollevati di bel nuovo. Si trovano, qua e là, tutte le specie di terreno a fior di terra, i primarî ed i secondarî, non meno dei terziarî e dei quaternarî. Del resto, l'aspetto delle cave ha già reso famigliare a tutti i nostri lettori la disposizione degli strati di terreno nei banchi consecutivi come lo si vede nella fig. 117.

Se tutti i punti della superficie del globo sono stati messi sossopra

Fig. 119. — Sollevamento dei terreni stratificati, basi delle diverse regioni.

dalla mano della natura, tutti non lo sono stati in egual modo. Il naturalista, il geologo, vi notano la più grande varietà. In generale, i paesi montuosi sono costituiti da sollevamenti di roccie primitive, che hanno tutto dislocato per elevarsi nell'aria; i paesi di collina sono i contrafforti degli ammassi di monti precedenti, formati dal sollevamento dei terreni secondarî, appoggiati sui terreno primarî, contigui alle roccie primitive; mentrechè le regioni di pianura sono poste sui terreni terziarî più lontani dai punti di sollevamento. Le sezioni geologiche, riprodotte nelle figure 118 e 119, rappresentano questa disposizione.

I paesi di pianura offrono essi stessi una grande varietà di costituzione. Spesso talune alluvioni, provenienti dagli straripamenti d'un fiume

vicino, hanno coperto queste pianure d'un fango livellato come l'acqua d'un mare. Spesso, invece, attraversando un fiume di lungo corso la regione primitivamente piana, i fiumi che vi sboccano e i loro affluenti hanno consumato il suolo, e soprattutto in seguito a stagioni di pioggie e di ingrossamenti di torrenti, hanno disaggregata la pianura, scavato valli e trasformato l'aspetto primitivo del suolo. Ma i piani stratificati che formano il sottosuolo di queste valli, e quelli che formano le colline scolpite dall'escavazione dei terreni circostanti, sono restati nelle condizioni originali del loro deposito, e cioè orizzontali e regolarmente sovrapposti gli uni sopra gli altri. Così, per aver sott'occhi un esempio che fu oggetto di lungo studio, la pianura sulla quale è costrutta Parigi si adagia su terreni terziarî, formati da strati orizzontali, e questi strati orizzontali si susseguono nella composizione delle colline di questa regione. Furono le acque, furono gli straripamenti torrenziali della Senna nei tempi preistorici, che hanno spazzato il terreno su cui riposa oggi

Fig. 120. — Sezione della valle della Senna dimostrante la disposizione dei piani stratificati. 1. Argilla plastica. — 2. Calcare grossolano. — 3. Sabbie antiche. — 4. Calcare d'acqua dolce. — 5. Gesso. — 6. Marne verdi. — 7. Pietra da macinare. — 8. Sabbie recenti.

la capitale della Francia, e che hanno fatto di Montmartre, del monte Valeriano, ecc., colline erose d'ogn'intorno ed oggidì isolate. La sezione attraverso la valle della Senna (fig. 120) mostra questa erosione della valle di Parigi, dovuta all'azione distruggitrice delle acque torrenziali e violenti, come ne fanno testimonianza i depositi di limo, di sabbie e di ghiaie, ch'esse hanno lasciato sul loro percorso.

Se si scava il suolo al di sotto di Parigi, si attraversa successivamente tutta la serie dei terreni che si sono sovrapposti durante i periodi quaternario, terziario, secondario e primario. Il pozzo artesiano di Grenelle ha incominciato per attraversare il suolo superficiale od attuale, formato di terra vegetale e di polvere della gran città, e di detriti diversi rappresentanti, su di un metro circa di spessore, il prodotto dell'età attuale. Poi si attraversò uno strato di sabbie, di ghiaie, di ciottoli rotondi, di ciottoli piatti, trascinati dalle alluvioni della Senna, durante il periodo quaternario, e designati anticamente sotto la denominazione generale di diluvium, perchè venivano attribuiti al « diluvio universale » mentre sono

dovuti semplicemente all'azione dei corsi d'acqua. Sono terreni d'alluvione, formati durante l'epoca quaternaria, contemporanei dell'uomo primitivo dell'età della pietra, del mammuth, del rinoceronte ticorino, dell'elefante primigenio. Si trovarono, a Parigi stesso, e nella stessa località di Grenelle, ossa fossili di mammuth, a tre metri dalla superficie, d'ippopotami a cinque metri, e di elefante primigenio a sette metri. Vi si trovarono altresì (sempre a Grenelle) ossa di renne, selci lavorate ed ossa umane, e in ispecial modo sette crani di una razza primitiva dolicocefala. Questi resti fossili di una razza umana inferiore che abitava allora la valle della Senna, furono rinvenuti a soli metri 1,40 di profondità, e appartenevano a corpi che sono stati colà gettati da uno straordinario gonfiamento della Senna, con tutta l'alluvione. — Questi primi strati, attraversati dal pozzo artesiano, misurano, tutto compreso, metri 9,65 dalla superficie del suolo.

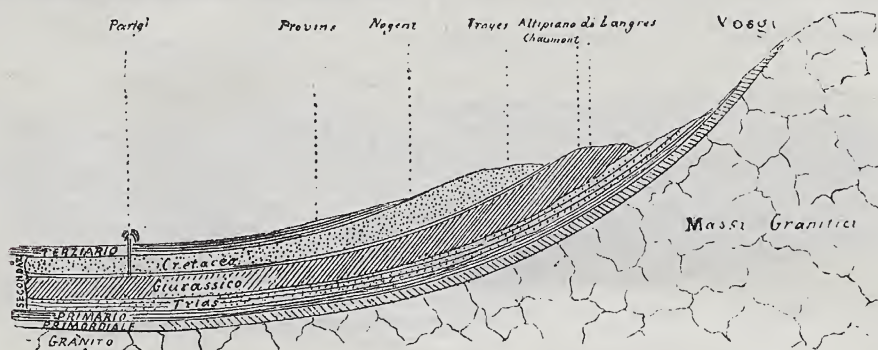



Fig. 121.
Sezione del bacino della Senna, dal pozzo artesiano di Grenelle-Parigi all'altipiano di Langres.

Si pervenne in seguito al terreno terziario, e dapprima ad un calcare cloritico, con conchiglie di 85 centimetri di spessore; poi a strati d'argilla, alternantisi con banchi di lignite e con sabbie, discendendo, tutto compreso, a metri 41,54 di profondità.

Viene in seguito il terreno secondario colle sue diverse crete. Benchè si sieno attraversate molte vene d'acqua, scorrenti su letti d'argilla o attraverso le sabbie, si aveva di mira, nell'apertura di quel pozzo, di raggiungere un corpo d'acqua potente, in ispecial modo quello che, secondo la teoria, doveva discendere dalla Borgogna e dall'altipiano di Langres, e seguire gli strati geologici che, in forma di catinella, passano al di sotto di Parigi, per poscia risollevarsi. Furono essi raggiunti, in seguito a sforzi inauditi e ad ostacoli impreveduti, con sette anni e mezzo di lavoro (1), alla profondità di 547 metri, dopo aver attraversato 238 metri

(1) Il lavoro di perforamento, incominciato il 30 dicembre 1833, raggiunse il corpo d'acqua il 26 febbraio 1841; si diede principio in seguito alla tubatura, che fu terminata il 30 no-

di creta bianca, 227 metri di creta grigia, verde od azzurrognola, e 40 metri di argilla *gault* (1), appartenenti tutti ai terreni secondarî. Abbiamo riprodotto più sopra (pag. 225), la sezione, altrettanto curiosa, quanto istruttiva, di questi terreni attraversati dal tubo del pozzo artesiano di Grenelle.

Se si continuasse a discendere, si troverebbe al di sotto del cretaceo, in parte già attraversato dal pozzo artesiano, gli strati dei terreni giurese e triasico dei primi tempi del periodo secondario, poi l'epoca primaria, ed infine l'epoca primordiale che si adagia sul suo basamento normale di gneiss, di micaschisti e di granito.

Come si vede, Parigi è costrutta in una specie di bacinella, su di un letto formato dal terreno terziario, modellato sull'ondulazione del terreno secondario. Lo strato superiore di questo terreno secondario che passa sotto Parigi, il cretaceo, arriva alla superficie del suolo, all'est, a

Livello del mare. Depressione oceanica. Massa continentale

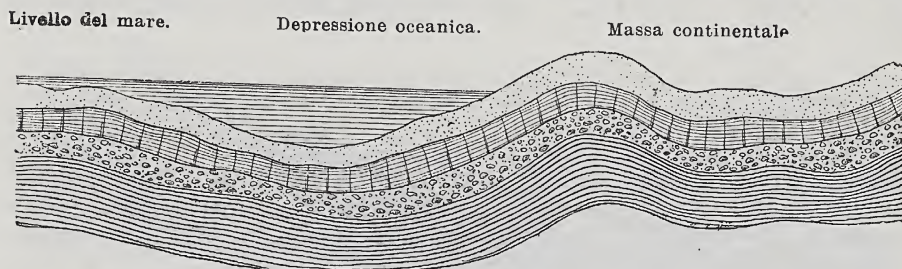



Fig. 122. — Ondulazioni, sollevamenti e depressioni della crosta del globo.

Chalons, a Troyes; al sud verso Auxerre, Bourges e Tours; all'ovest verso Le Mans e Dreux; al nord verso Amiens e Creil. Lo strato inferiore, il giurassico, ha prodotto le montagne dell'Argonne, l'altipiano di Langres, le colline della Borgogna, e si prolunga attraverso Nevers, Chateauroux, la Rochelle, per risalire al nord nella direzione di Caen. Il terreno primitivo ha formato le Ardenne, i Vosgi, l'Alvernia, la Vandea e la Bretagna. Parigi è posta nel centro di questo avvallamento circolare. La sezione del bacino di Parigi (fig. 121) indica la disposizione di questi strati, e mostra come l'acqua del pozzo artesiano è alimentata da uno strato

---

vembre 1842. Quest'opera fa il più grande onore alla perseveranza dell'ingegnere Mulot. Il prezzo di costo fu di 362 432 franchi; i 548 metri di tubo di cuoio galvanizzato pesano 12 000 chilogrammi e si compongono di tre calibri differenti, il superiore di 0m 50, il medio di 0m 33, l'inferiore di 0m 17. Il rapporto di Arago (1842) dà per lo sgorgo dell'acqua: 1100 litri per minuto secondo a 32 metri sul livello del suolo, 1620 litri a 16 metri, e 2200 litri alla superficie del suolo. La temperatura dell'acqua è di 27° 7.

(1) Il *gault* è, secondo d'Orbigny, una sottodivisione del terreno cretaceo, che comprende il piano Turoniano (creta tufacea), il Cenomaniano (creta terrosa verde) e il piano Albiano (sabbie verdi), corrispondenti ai nostri calcari o ippuriti.

Nota del Trad.

acquitrinoso, che scorre lungo le sabbie secondarie ricoprenti il terreno giurassico, dall'altipiano di Langres fino a Parigi.

Allo stesso modo che noi abbiamo visto, nei capitoli precedenti, come le differenti specie di vegetali ed animali che popolano oggidì il nostro pianeta, sono figlie della stessa natura, parenti fra di loro, effetti di cause fisiche, oggidì analizzate dalla scienza, noi potremmo parimente osservar qui che la storia dell'umanità è in rapporto immediato colla natura dei terreni su cui essa vive. Non solamente il valore economico di questi terreni sotto il rispetto della coltura, dell'alimentazione, dei vegetali che vi crescono, degli animali che vi hanno vita, dei materiali di costruzione e di tutto quanto concerne le condizioni d'esistenza degli abitanti, ha esercitato l'azione più diretta e costante sul carattere degli uomini e sui destini locali di ogni paese, ma si può inoltre leggere quasi la storia della Francia tutta quanta nel suolo della patria. Ed è la stessa cosa per tutti gli altri popoli. Più d'una volta gli storici si sono domandati perchè Lutezia è divenuta la capitale della Francia. La sua posizione è ben lungi dall'essere centrale, e Bourges è molto meglio situata a tale riguardo. Essa non è punto la più antica città di queste regioni: Marsiglia, e, dopo di essa, Lione, erano fiorenti all'epoca romana, in cui Lutezia era ancora un villaggio di pescatori; e tuttavia Marsiglia e Lione non sono state che le tappe della civiltà, che prese il suo volo per andare a risplendere da Roma a Parigi. La missione politica della capitale della Francia non è dovuta nè al caso, nè alla volontà umana, ma alla posizione geologica che noi abbiamo testè descritta, e che fa *discendere* naturalmente verso Parigi, come verso un centro d'attrazione, tutte le sorgenti di fertilità. « Questa capitale, diremo noi con Elia di Beaumont, non ebbe vita, e soprattutto non si è sviluppata là dove essa si trova, che per effetto delle circostanze naturali, risultanti, in principio, dalla struttura interna del nostro suolo. Se ne trova il riflesso nel raggruppamento degli interessi e delle popolazioni, allo stesso modo che si vede la differenza dei climi influire sulle leggi dei diversi popoli. » L'isola di Francia è una vera oasi circondata da terreni meno privilegiati sotto il rispetto dei corsi

Fig. 123. — Fratture nella scorza del globo.

d'acqua e della vegetazione, e, quasichè la natura si fosse preso cura di tutto prevedere, essa ha aggiunto a quest'oasi eccellenti materiali da costruzione. Così, tutto è contenuto e avviene nei limiti della natura; gli effetti seguono le cause, e non ostante le sue perspicue facoltà di iniziativa, e il suo amore per la libertà, l'uomo è originariamente, per la ragion stessa delle piante e degli animali, figlio della Terra che gli ha dato l'esistenza.

Così si sono succeduti e sovrapposti gli uni agli altri i terreni formati di età in età, sotto l'azione degli agenti atmosferici, che portarono ognuno la propria flora ed una fauna speciale, e ne conservano le vestigia fossili. Lo spessore di uno strato geologico varia secondo le condizioni stesse della sua formazione, e qui esse sono ricche e potenti, là scarse ed esigue, altrove mancano affatto in seguito ai sollevamenti ed alle dislocazioni. Ma noi abbiamo visto nel capitolo precedente che, addizionando tutti gli spessori di terreno già esplorati, si arriva alla cifra totale di 43 000 metri dalla superficie attuale fino al fondo del terreno laurenziano, fino allo scheletro granitico del globo.

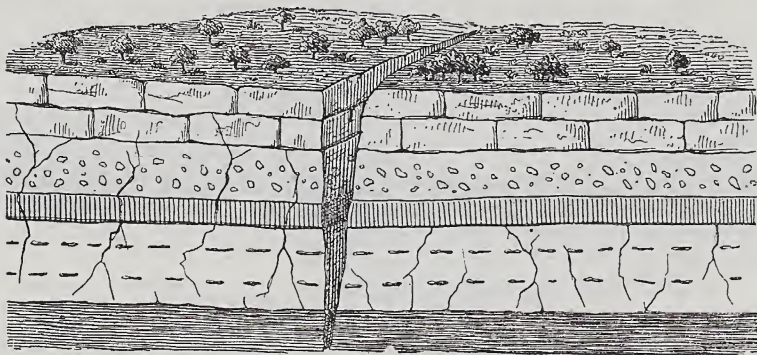



Fig. 124. — Esempio di frattura semplice.

L'umanità abita dunque, in realtà, sur un cimitero di quaranta chilometri di spessore: noi camminiamo sulle spoglie degli esseri innumerevoli, grandi e piccoli, che hanno vissuto prima di noi, su di un ammucchiamento funebre, che è l'opera di milioni e milioni d'anni, sui depositi lentamente accumulatisi durante i secoli antichi, dalle origini della vita fino ai giorni nostri: noi calpestiamo sotto i nostri piedi la polvere delle età svanite... Come potremmo noi, conoscendo queste cose, fare oramai un sol passo sulla Terra senza un certo senso di rispetto!

La storia della natura continua sotto i nostri occhi. All'epoca attuale, che si può chiamare l'età dell'umanità — e che incomincia ora appena, benchè dati da più di centomila anni, giacchè l'umanità dimostra colla sua rozzezza e barbarie ch'essa non ha ancora raggiunto l'età della ra-

gione — all'epoca attuale, ripetiamo noi, il nostro pianeta continua a roteare nello spazio come durante le epoche antiumane, circondato dai suoi elementi di attività e di vitalità; le generazioni si avvicendano e si susseguono, alla stregua di 86 400 per giorno, in media, per la superficie intiera del globo, ossia di una nascita e di una morte per minuto secondo, essendo tuttavia il numero delle nascite d'alquanto superiore a quello delle morti; i corpi ritornano alla terra, o per parlare più esattamente, all'atmosfera, poichè la carne e le ossa stesse non sono guari altro che acqua ed aria, aria condensata, e quasi tutto si evapora; gli uomini sono di volta in volta formati dai medesimi elementi, di cui essi fruiscono d'altra parte fraternamente cogli animali e colle piante; e qualcuno di noi può possedere nel suo corpo una molecola che circolò in passato nel corpo di Frine o di Lucrezia Borgia o qualche atomo che appartenne al cervello di Cesare e di Napoleone; e così il salice, roso dal tarlo, che vegeta sulle rive del ruscello, esala ossigeno che sarà respirato dal fanciullo che scherza in mezzo ai fiori: la molecola d'acido carbonico esalata dal petto del vegliardo agonizzante va a nutrire la rosa dell'aiuola, la miosotide o la viola mammola; e di vita in morte tutto si trasforma, tutto si metamorfosa incessantemente.

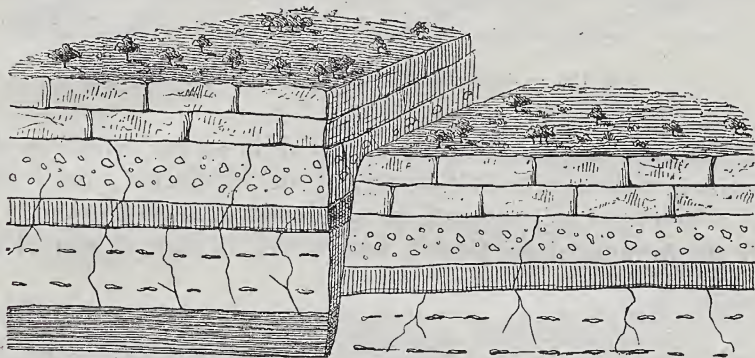



Fig. 125. — Frattura eseguita da un dislocamento.

Non era altrimenti una Terra diversa da questa, quella che fu calpestata dai nostri antenati dell'epoca terziaria, secondaria e primaria. Non vi è bisogno di nessuna rivoluzione fantastica, di nessun diluvio universale, di nessuna distruzione, nè di creazione veruna per spiegare la formazione degli strati geologici, e le differenze che li caratterizzano. Le cose non potevano aver luogo diversamente. La prima pellicola solidificata d'ogni intorno al globo caldo, pastoso, liquido, ha subìto docilmente le minime ondulazioni, i minimi fremiti di questo globo, e la sfera non potè restare rigorosamente unita. Ma questi primi ripiegamenti si sono modificati essi stessi. Il globo terrestre, raffreddandosi, si condensa.

si rattrae, diminuisce di volume. La scorza è obbligata a piegarsi in un modo di poco differente per restar appoggiata sul nucleo centrale; da una parte essa si sprofonda; dall'altra si solleva; altrove essa subisce delle fratture, e le materie eruttive imprigionate tendono a farsi strada, e le prime eruzioni si espandono alla superficie. Le acque discendendo sempre ai livelli più bassi, si riuniscono nelle depressioni più profonde

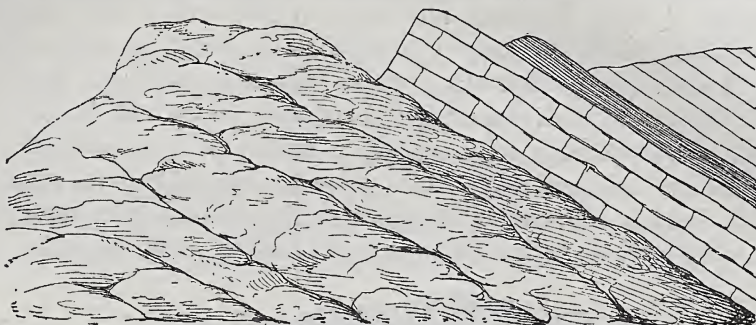



Fig. 126. — Strati sollevati su di una massa eruttiva.

ecc. Si può farsi un'idea della formazione della scorza del globo, de' suoi ripiegamenti, dall'origine delle montagne, dei continenti e dei bacini marittimi, e figurarsi i sollevamenti, gli sprofondamenti, le eruzioni, i filoni e tutte le trasformazioni dei terreni, esaminando la serie di sezioni geologi-

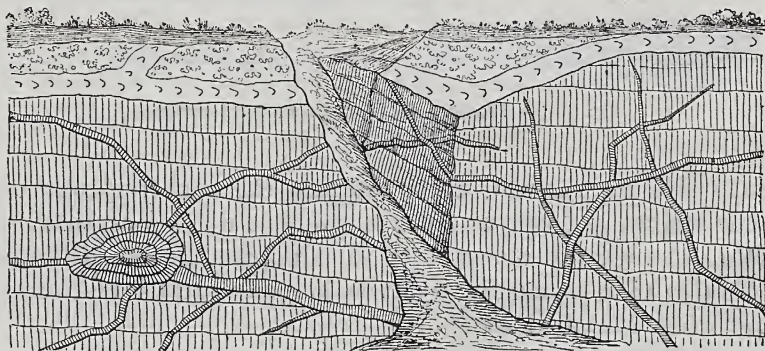
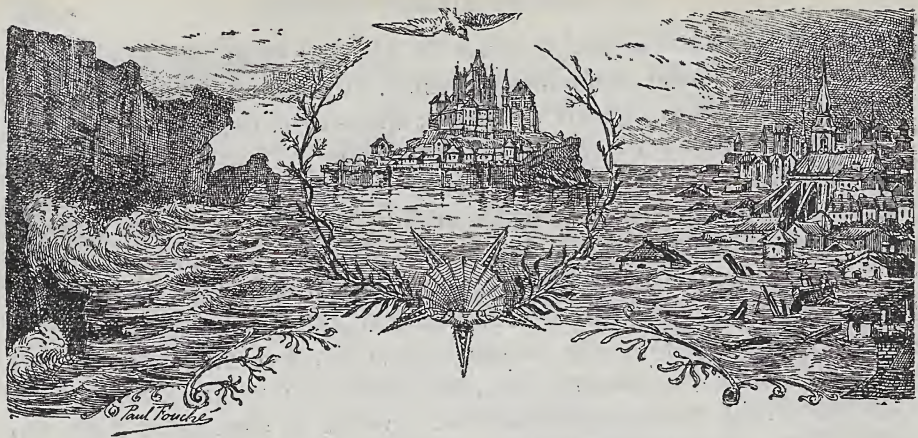



Fig. 127. — Esempio di filoni eruttivi attraverso le roccie stratificate.

che (figg. 126 e 127) che completa quanto si è precedentemente esposto, esplicandolo colla raffigurazione stessa delle cose. La geologia, come l'astronomia, è ormai un libro aperto per tutti quelli che vogliono procurarsi il piacere di leggerlo.

In tal modo noi ci rendiamo conto facilmente dello stato nel quale i diversi terreni si presentano alla nostra vita. I sollevamenti, le dislocazioni, le fratture, hanno condotto a fior di terra le roccie più antiche, e

le mettono in evidenza per gli studi dei geologi, senza che vi sia necessità di scendere nelle profondità del suolo. Il profilo d'un paese come la Francia mostra tutti i generi di terreni, spostati da cause lente o rapide, ma più generalmente da cause lente e graduali.

Tutti questi fenomeni continuano ai giorni nostri, e ognuno di noi può leggere attualmente nel libro della natura — se ha appreso a leggervi. Ancor oggi la superficie della Terra si trasforma, e una data regione si eleva lentamente, un'altra si abbassa, e mentre in un luogo il mare prende piede sulle rive, altrove si arretra, dinanzi all'inoltrarsi delle terre, e qui una montagna si denuda, là una valle si colma, o una collina scivola con tutto ciò ch'essa sostiene, ecc., ecc. Basta il semplice osservare per apprezzare tutte queste trasformazioni, e vivere in comunanza cogli atti della natura. Questo importante soggetto del più alto interesse scientifico e filosofico, sarà l'oggetto del capitolo seguente; ne preme ora di occuparci qui di un tal studio generale, che costituisce la base stessa della geologia.

CAPITOLO II.

DELLE TRASFORMAZIONI ATTUALI DEL SUOLO.

Variazioni delle spiaggie. — Foci e delta. — Azioni dei corsi d'acqua. — Oscillazioni lente. — Sollevamenti. — Depressioni. — La terra e il mare. — La natura continua l'opera sua.

Tutto insensibilmente cangia, tutto si trasforma intorno a noi. Il suolo stesso, che noi siamo abituati a considerare come il tipo di ciò che è *solido* per eccellenza, il suolo stesso varia senza posa. La natura continua l'opera sua. Apprezzando ciò ch'essa compie sotto i nostri occhi, noi stiamo per entrare in relazione diretta coi procedimenti che essa ha impiegati per scolpire il globo su cui noi viviamo. Studiamola sempre direttamente: è il metodo più semplice e più sicuro per arrivare alla conoscenza della verità.

È un errore classico l'insegnare che vi sono epoche geologiche speciali che rappresentano la creazione del mondo, ed hanno cessato di agire. L'epoca attuale è « geologica » tanto quanto le epoche che l'hanno preceduta. Verrà giorno in cui noi saremo relegati in un'epoca remota nella storia, quanto lo sono ora i pterodattili e gli ittiosauri.

E innanzi tutto, considerata nel suo insieme, la superficie della Terra varia senza tregua. Le pioggie, il gelo, il calore, il vento, gli uragani, le tempeste, i ruscelli, i torrenti, disaggregano le sommità delle montagne, i cui materiali sono staccati, rotolati al basso, spezzati, trasportati qua e là, frantumati in minuti pezzi, e finalmente ridotti in sabbie e trasportati nel mare mediante le foci dei fiumi. D'altra parte, il mare rode costantemente le sue rive, produce scogliere sempre più elevate penetrando nei continenti, e rialza il suo fondo coi materiali asportati. D'al-

tra parte ancora le forze anteriori del globo continuano ad agire; certe regioni si sollevano lentamente, mentre altre si abbassano. Tentiamo di passare in rassegna, più brevemente che ne è possibile, le testimonianze svariate e molteplici dei cangiamenti che si compiono intorno a noi, non già come lo fanno troppo sovente gli storici della natura, andando a cercare i nostri esempi agli antipodi, ma scegliendo quelli che la maggioranza dei nostri lettori ponno constatare essi stessi, ed hanno, per così dire, sotto mano.

Le osservazioni che seguono permettono di stabilire qui due principî: 1.° il mare s'inoltra ovunque vi sono scogli; 2.° il mare si arretra alle foci dei fiumi. Nel primo caso, esso rode gli scogli che si squagliano in ciottoli piatti; nel secondo caso il fiume apporta sabbie, rialza il fondo del mare, e lo fa rinculare. Questi due principî soffrono, a dir vero, alcune

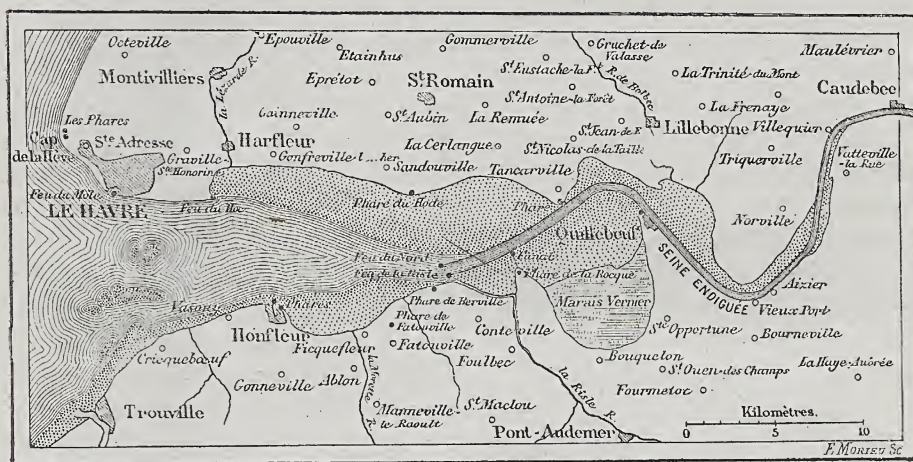



Fig. 129. — La foce della Senna.

eccezioni, poichè, da una parte, le correnti del mare e l'azione delle onde spinte dal vento possono far avanzare il mare nell'interno delle terre, o servirsi dei ciottoli per formare dei cordoni litorali, e dall'altra le sabbie stesse possono controbilanciare la tendenza di un fiume. Ma, in generale, queste due cause agiscono con efficacia, e basterebbero da sole per trasformare la geografia del nostro pianeta, anche indipendentemente dai sollevamenti e dalle depressioni. Esaminiamo i fatti.

Ognuno conosce, per esempio, l'Havre. Questa regione può per l'appunto servir di tipo per un gran numero d'altri casi analoghi. Si sa che questa città assai recente non ha ancora quattro secoli d'esistenza, e che fu fondata nel 1516 da Francesco I. Questa pianura, su cui s'è rapidamente elevata una sì importante città, è stata formata dalle alluvioni della Senna e dai depositi di sabbia respinti dal mare durante le grandi maree

e rimase tutta quanta allo stato di palude fino in questo stesso secolo. La Senna travolge sabbie che tendono a rialzare il suo fondo, e lentamente essa le depone alla sua foce fino ad una grande distanza nell'interno del mare. Ma nei giorni di grandi maree e di tempeste, il mare risospinge questi depositi, e modifica incessantemente il sottosuolo. Il risultato definitivo è l'avanzarsi delle rive del fiume ed una diminuzione nel dominio del mare. In passato i bastimenti potevano giungere fino ad Harfleur. Si mostrarono per molto tempo gli anelli di ferro che servivano ad amarrarli, e noi abbiamo visto coi nostri occhi, nel 1865, in mezzo ad un giardino, un muro ai piedi del quale le acque della marea arrivavano ancora nel XVI secolo. Non ostante le dighe il riflusso impetuoso delle grandi maree ha ancora un'azione assai efficace per modificare le rive del fiume, da Quillebeuf fino al di là di Caudebec, ed è questo violento incalzare contro le acque dolci da parte delle acque amare che ha agito al massimo grado per controbilanciare l'azione del fiume. La riva destra della Senna si allunga assai lentamente al di là dell'Havre; la riva sinistra si allunga abbastanza rapidamente, nel senso che la spiaggia sabbiosa di Trouville si allarga di più in più nel mare. Dalle alture d'Ingouville si distingue chiaramente il letto giallo della Senna nel mare verdastro, fino al di là di Trouville.

I nostri lettori troveranno qui (fig. 129) la pianta attuale della foce della Senna, dal cui esame si può rendersi conto delle correnti e delle sabbie, e (fig. 130) la pianta dell'Havre *prima della fondazione della città* (1). Tutta questa spiaggia è oggidì trasformata. Innanzi tutto la Senna ha allargato questo litorale mediante il deposito delle sue sabbie. Harfleur era, al XV secolo, un gran porto. Una flotta spagnuola di quaranta vascelli e tre galere vi stazionava nel 1405. « I bastimenti vi entrano dalla foce di un fiume che l'attraversa (Lézarde), scriveva uno dei comandanti, e il mare ne circonda la metà; l'altra metà è protetta da una solida muraglia fiancheggiata da forti torri e da un fossato, con scarpe in muratura, e riempito d'acqua. » Da quell'epoca le alluvioni, le sabbie hanno invaso questo porto antico, da cui la Senna si discosta, con una media di due metri per anno, da quattrocento anni. Harfleur è una città morta, rinserrata fra le terre, e non ha più che il ricordo del suo passato splendore. L'Havre l'ha sostituita e poi uccisa. Allorchè si scavò il canale d'Harfleur, nel 1667, si trasse fuori, verso la chiesa di Graville, la chiglia intiera di un bastimento che aveva 80 piedi di lunghezza. Nel 1868, costruendosi i nuovi cantieri all'asciutto nell'antica cittadella dell'Havre, si trovarono dei grossi alberi al di sotto del livello delle acque vive attuali: vi furono foreste che nascondevano dei nidi fra i loro alberi su queste terre che sono in oggi sommerse dal mare.

(1) Veggasi F. de Coninck. *L'Havre, il suo passato, il suo presente ed il suo avvenire.*

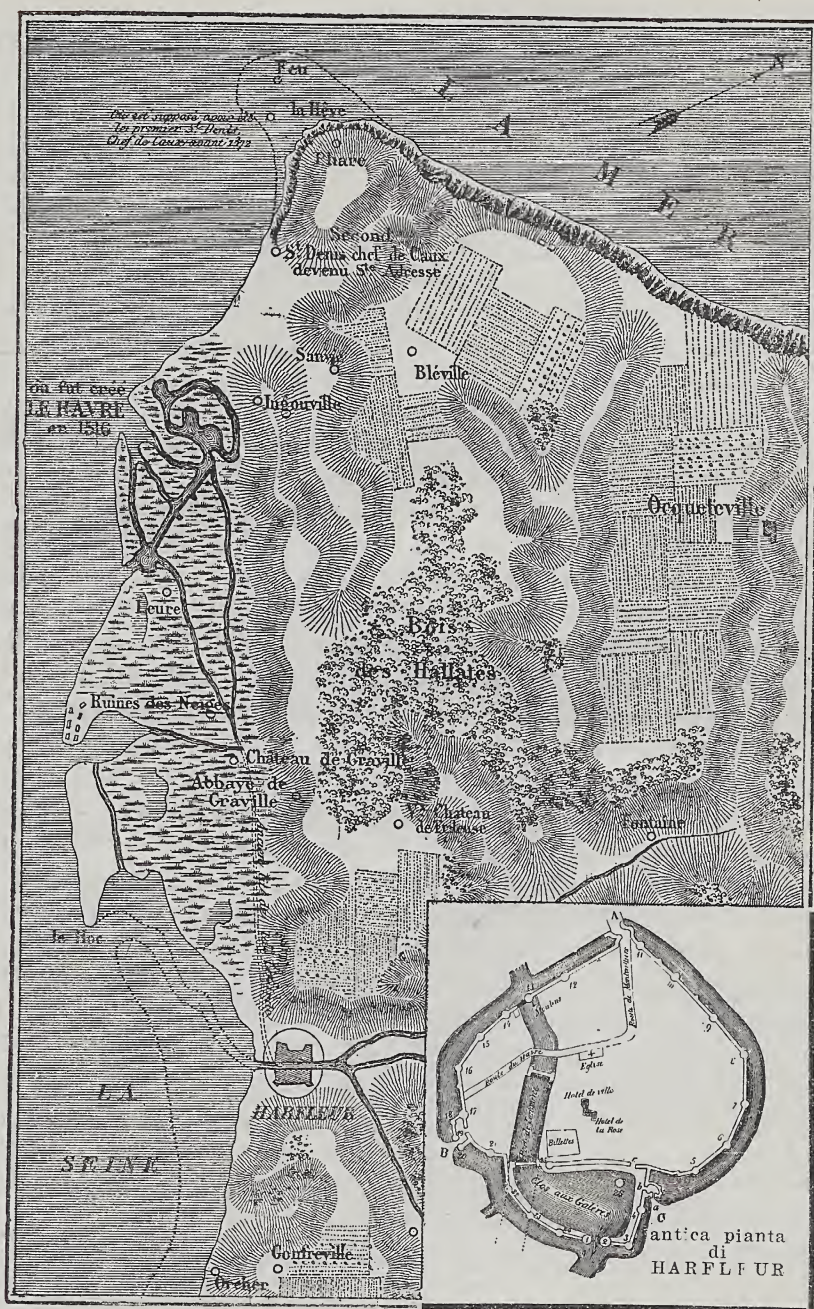



Fig. 130.
La foce della Senna, or son quattrocento anni, prima della fondazione dell'Havre.

Oggidì la città d'Havre si stende su tutta la riva, dalla località « les Neiges » fino a Ingouille e Sainte-Adresse. La Senna si è ritirata a un chilometro circa da Harfleur, la riva s'è allungata all'Havre stesso, e il capo della Hève è stato eroso per più di un chilometro

Quattro porti esistevano in questa regione allorchè Francesco I fondò l'Havre: Harfleur, e un po' più basso le Neiges; più lungi ancora Leure (veggasi la fig. 130); e al di là dell'Havre attuale, al piede del capo della Hève, il capo di Caux. Quest'ultimo è scomparso perchè il mare ha preso il posto della terra; gli altri tre perchè la terra ha preso il posto del mare. L'Havre subirebbe la stessa sorte di questi tre ultimi, se il lavoro incessante dell'uomo non combattesse oramai contro l'opera della natura.

Il capo di Caux, di cui stiamo per parlare ora, era il *caput caleti*, la testa dei Caleti che occupavano la Normandia al tempo di Cesare, e di cui Lillebonne (altra città morta) era la capitale. Nel 1345 l'importanza di questo porto era tale, che forniva alla flotta di Filippo di Valois tre vascelli di guerra, uno di più di Fécamp, uno in meno a paragone di Cherbourg. Nel 1364 vi si collocò, per ordine di Carlo V, un faro per facilitare il commercio dei Castigliani « che portavano al capo di Caux, a Leure e ad Harfleur, vino, grano, cera, sale e cuoi lavorati a Cordova ». Fu uno dei primi fari di Francia. La città e il faro erano in cima allo scoglio, che continuava, allora, mille e quattrocento metri circa al di là della spiaggia attuale fino al banco dell'Éclat, che si distingue ancor oggi a marea bassa, e che è a pochi metri al di sopra dell'acqua. Nel 1372, poco tempo dopo, come si vede, dell'impianto del faro, avendo il mare eroso gli scogli, una parte del paese crollò e fu sommersa, e in ispecial modo il faro, il cimitero e la chiesa consacrata a San Dionigi. Un'ordinanza reale del gennaio 1373 ne decise il ristabilimento. La chiesa fu riedificata dove essa è oggigiorno, ai piedi dell'avvallamento. Nel 1491 si parla ancora del capo di Caux come di un porto militare da difendersi contro gli Inglesi. Il mare ha continuato a rodere gli scogli; il faro ha dovuto indietreggiare di secolo in secolo: le due torri che si vedono oggidì sono state inalzate nel 1775, ed è probabile che il mare le raggiungerà nel corso del prossimo secolo (1). La piccola città di San Dionigi Capo di Caux s'è arretrata essa pure di secolo in secolo: essa vi ha perduto tutti i suoi antichi ricordi, e perfino il proprio nome; è in oggi Sainte-Adresse (2).

L'erosione della scogliera da parte delle onde del mare basta comple-

---

(1) Dall'anno 1865 io passo di tempo in tempo alcuni giorni nella villa d'un filofoso distinto, che preferisce la contemplazione solitaria della natura al rumoroso contatto dell'umanità, in mezzo a questo quadro, grandioso e gradevole ad un tempo, degli scogli del capo della Hève. Di anno in anno alcune ore d'osservazione bastano per permettere di constatar l'invasione graduale del mare e le lenti trasformazioni del litorale.

(2) L'origine del nome di Sainte-Adresse è abbastanza curiosa. Un bastimento stava per naufragare in una tempesta: l'equipaggio disperato si limitava ad invocare San Dionigi: « Amici miei, gridò il capitano, non è San Dionigi che ci salverà, ma *Sainte-Adresse* (destrezza, valentia). Orsù, coraggio! » Una felice manovra condusse il naviglio in porto, e il nome di Sainte-Adresse ebbe fortuna (*). *Nota dell'Autore.*

(*) Questo aneddoto ci ricorda il detto di Garibaldi, che nella primavera del 1862, ed in previsione delle vicine definitive battaglie per l'indipendenza italiana, eccitava la gioventù milanese a serbare un culto speciale a *Santa Carabina*. *Nota del Trad.*

tamente per spiegare la diminuzione della spiaggia. Senza le « palizzate » (1), solide costruzioni di legname di cui si cura la conservazione per garantire la scogliera di Sainte-Adresse, essa diminuirebbe ancora

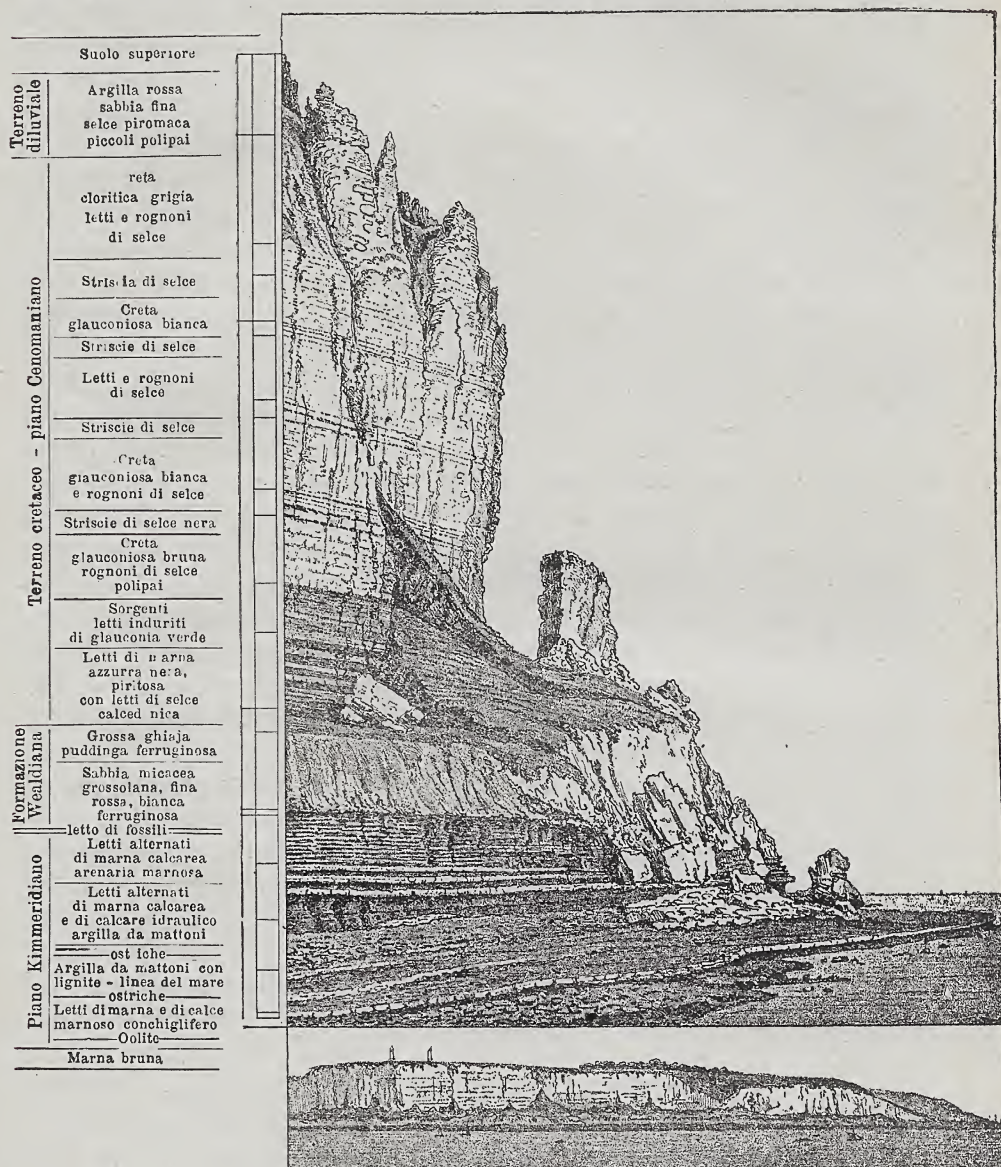



Fig. 131. — Il capo la Hève e la sua costituzione geologica.

(1) Fr. *Épis*. Termine di marina con cui si designano i congegni di fascine accatastate e di pali eretti, difesa dalle invasioni del mare.

Nota del Trad.

più presto, e ciò tanto più inquantochè una parte della costa scivola lentamente sur un letto di terra argillosa. Senza che ce ne avvediamo, tutto cangia intorno a noi, per l'influenza stessa delle cause attuali. E sono queste, semplicemente, ciò che altre volte chiamavansi « le rivoluzioni del globo ». L'esame attento della nostra figura 131, dovuta ad un naturalista dell'Havre (A. Lesseur), basterà per mostrare come, minando la base della scogliera, soprattutto nei giorni di tempesta e di grandi maree, il mare disaggreghi questi banchi geologici, composti di creta, di marna e d'argilla, lasci strapiombare mura verticali (che misurano in questo luogo cento metri d'altezza al di sopra del livello delle acque), di cui non tarda a frantumare di nuovo la base, e faccia precipitare infine i sedimenti secolari. Questo lavorìo del mare ha dato a queste spiaggie un carattere assai pittoresco. Vi sono ore di luce e di ombra, soprattutto in autunno, verso il tramonto del sole, ove lo spettacolo dell'immensità delle acque, contemplato da queste alture a picco, che s'inoltrano erette in mezzo ai flutti, dà all'uomo l'impressione simultanea della sua esiguità e della sua grandezza: della sua esiguità come ruota microscopica del misterioso meccanismo della natura; della sua grandezza come spirito che si eleva, mediante l'esercizio delle sue facoltà, alla concezione della storia stessa di questo vasto universo, di cui fa parte integrante.

Dalla fine dell'undicesimo secolo vi sono in quella località 1400 metri divorati dall'avanzarsi del mare; sono quasi due metri all'anno.

Originariamente le rive di tutti i mari erano poco inclinate; è l'erosione che ha prodotto queste muraglie verticali e queste scogliere, il cui incessante disgregamento fa luogo alla produzione delle piastrelle delle spiaggie stesse. Si osserva perfino una differenza caratteristica tra il modo di erosione e il profilo delle scogliere erose gradualmente dall'azione lenta di un mare a livello costante come il Mediterraneo, ove le maree sono insensibili, e quello delle scogliere dell'Oceano. Nel primo caso, le roccie lavate dai flutti e denudate presentano un profilo semplice (figura 132); nel secondo caso (fig. 133), il profilo è doppio disegnato dal livello dell'alta e della bassa marea. Vi è in ciò l'effetto di un'azione meccanica delle acque facile a comprendersi. Sopra le spiaggie sabbiose, le sabbie sono risospinte dal mare, e generalmente il mare va perdendo del suo dominio.

Non ostante le differenze dovute all'attrazione dei continenti, alle variazioni nella pressione atmosferica, agli effetti diversi delle maree sul litorale, si può considerare il livello dei mari come quasi costante, ed è la miglior linea di riferimento convenzionale a cui si possa far ricorso. Allorchè si osserva una differenza di livello, constatata da un secolo all'altro, su una spiaggia qualunque, si deve scientificamente ammettere che non è il mare che ha cangiato il livello, ma lo stesso suolo. Il mare conserva costantemente il medesimo livello medio, pel motivo che l'acqua che

cade, sotto forma di pioggia o di neve, è eguale a quella che si eleva dal mare per evaporazione, e non può essere diversamente, poichè le nubi sono precisamente formate dal vapore acqueo tolto al mare e a tutte le acque dal calore solare. L'eguaglianza tra l'evaporazione e la precipitazione è un equilibrio naturale, che non può non essere. Tuttavia, non è molto che questo circuito viene apprezzato nella sua vera natura. Siccome non si vede il vapore acqueo che, sotto forma invisibile, si eleva dal mare nelle altezze dell'atmosfera, così non si indovinava certo da qual luogo venissero le nubi, da quale la pioggia, le sorgenti, i ruscelli, i grandi ed i piccoli fiumi. Ancora nel secolo scorso, il geologo Vallisneri dovette combattere le teorie di Burnet, Wiston e Woodward; « egli si trovò costretto di sostenere, dice Lyell, contro san Gerolamo e contro alcuni altri interpreti della Bibbia, senza contare i professori di teologia, che le sorgenti non derivano per nulla dal mare, passando attraverso sifoni sotterranei e cavità, e perdendo per via la loro salsedine, non essendo siffatta teoria stata ideata che per conformarsi alla testimonianza delle Sacre Scritture ».

Si calcola di circa metri 1,50 l'altezza della pioggia che cade ogni anno su tutto il globo. In conseguenza di ciò tale è precisamente la quantità che si evapora per formare le nubi. L'oceano si abbasserebbe di anno in anno se l'acqua fosse asportata fuori della Terra. Ma essa ricade in pioggia sull'oceano stesso, o gli è restituita dai corsi d'acqua che gli riconducono l'acqua delle pioggie. Allorchè piove, una parte dell'acqua caduta ritorna immediatamente all'atmosfera mediante l'evaporazione; il resto penetra nei terreni fino a che incontra uno strato di argilla impermeabile. Là, essa scivola su questo strato, e finisce generalmente ad affiorare alla superficie della Terra ed a formare una sorgente. Tale è l'origine di tutte le sorgenti, di tutti i ruscelli, di tutti i fiumi reali ed ordinari. Vi sono sorgenti a tutti i livelli, dalla vicinanza delle sommità montuose fino al fondo del mare. Questa evaporazione, questa condensazione in nubi nelle altitudini dell' aria, e questa precipitazione in pioggia, costituisce, in realtà, un immenso lambicco naturale. Il calore solare impiegato per elevare questa quantità d'acqua all'altezza media delle nubi è eguale al lavoro che sarebbe realizzato da mille e cinquecento miliardi di cavalli che lavorassero sette ore al giorno... Tutta quanta la terra non basterebbe a nutrirli!

Siccome il sale non evapora, così l'acqua delle nubi, delle pioggie, delle sorgenti e dei corsi d'acqua è acqua dolce, acqua distillata dal sole. L'acqua normale, l'acqua del mare è salata, inquantochè è costituita da idrogeno, da ossigeno e da cloruro di sodio. Essa potrebbe essere, d'altronde, di una composizione affatto diversa. L'oceano di fuoco che ardeva d'ogni intorno al globo terrestre era composto di idrogeno, di ossigeno e di sodio, come quello che brucia attualmente intorno al Sole, e

nella sua ardente atmosfera si agitavano i vapori di tutti gli elementi che esistono attualmente sul nostro pianeta.

Una parte infinitesimale dell'acqua delle pioggie non ritorna al mare, pel motivo che non trova, penetrando nel suolo, alcun strato assolutamente impermeabile che ve la riconduca. Essa si addentra a grandi profondità nell'interno del globo, giunge a saturare le roccie, forma le acque minerali, discende nelle regioni calde, ove dà origine a vapori e ad esplosioni, e, in ogni modo, è perduta per la superficie. Il mare diminuisce dunque alquanto di secolo in secolo; ma in dieci secoli, in mille, duemila o tremila anni, questa diminuzione è insensibile all'osservazione, e, per la memoria umana, il livello dei mari rimane costante (1).

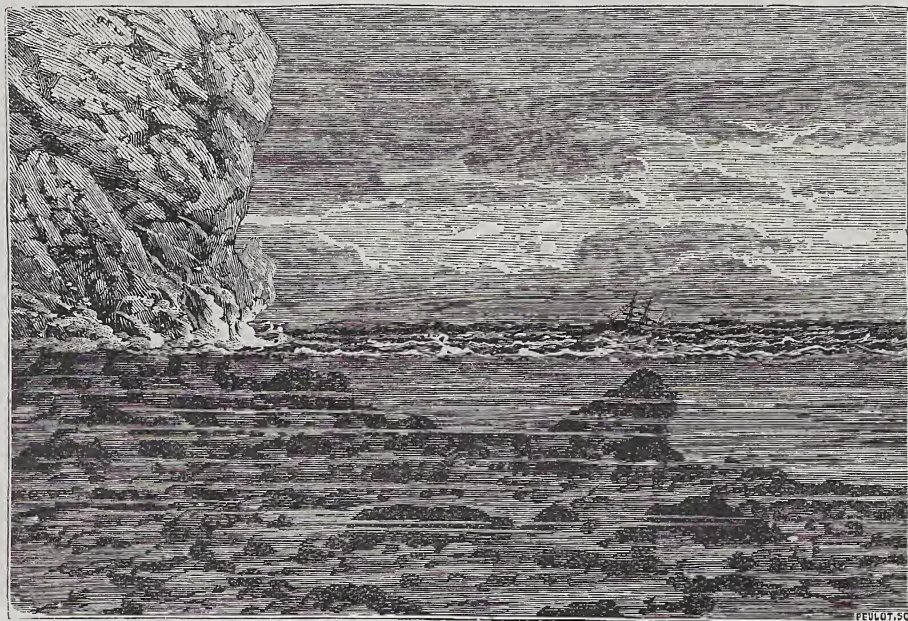
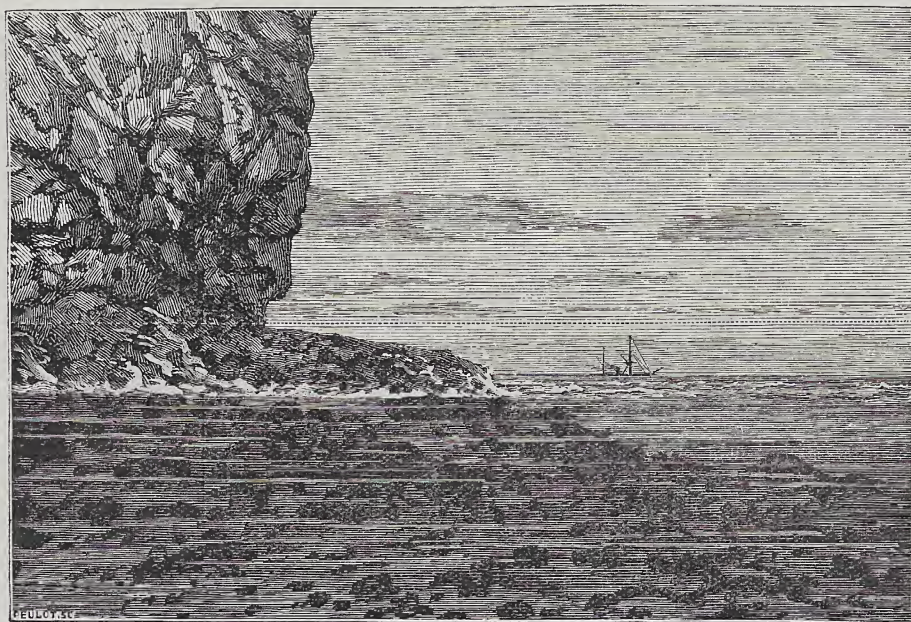



Fig. 132. — Scogliera del Mediterraneo.

(1) In alcune regioni, certamente, l'evaporazione è assai più grande della media generale. Così, per esempio, non piove quasi mai sul mar Rosso, e nei dintorni, e l'evaporazione vi è talmente attiva che uno strato di 7 metri di spessore viene esportato colà ogni anno sotto forma di vapore. Questo mare sarebbe disseccato da molto tempo, e troverebbesi al suo posto una valle di sale cristallizzato, se non fosse alimentato dal mare delle Indie e dall'Oceano. Anche nei nostri climi l'evaporazione è tale che, se non vi fossero sorgenti per alimentare la Senna sul suo percorso, essa evaporerebbe tutta quanta lungo il suo percorso da Parigi all'Havre.

Il livello del mar Rosso è lo stesso del livello medio dei mari, a motivo della sua comunicazione coll'Oceano, e, per la stessa ragione, è l'egual cosa di quello col Mediterraneo, benchè la sua evaporazione sorpassi d'un terzo circa quanto gli apportano i fiumi.

Il mar Caspio, essendo chiuso, ha perduto il suo livello per evaporazione, e si è abbassato di cento metri: il mar Morto si è abbassato di quattrocento metri: il loro livello è costituito oramai dall'equilibrio fra la loro evaporazione e la pioggia che ricevono.

All'origine sua, ogni fiume, sia ch'esso abbia la sua sorgente nei ghiacciai, come il Reno, il Rodano, il Po, la Garonna, o nei ruscelli delle montagne, come la Senna, la Loira, la Dordogna, segue un'inclinazione rapida, che gli dà un corso torrenziale nella stagione delle pioggie, e lo conduce a danneggiare i terreni lungo cui si precipita. Egli scava avvallamenti, distacca macigni, rotola pietre, riduce in frantumi i materiali che trascina seco, e finisce per travolgere nelle sue acque una grande quantità di sabbia e di limo. La parte prima o superiore del suo corso è una zona di denudazione, d'*erosione;* la seconda, in cui la corrente

Alta marea

Bassa marea

Fig. 133. — Scogliera dell'Oceano.

è abbastanza rapida per trascinar seco i materiali, ma più regolare e più larga, è una zona di *compensazione;* il fiume non scava più il suo letto, ma non lo ricolma neppure; la terza, in cui l'inclinazione diviene insensibile, e il fiume si avvicina alla gran pianura marittima, è una zona di deposito, d'*alluvione*. Così, per esempio, il Rodano, che ha la sua sorgente nelle Alpi, a 1760 metri d'altezza, giunge al lago di Ginevra dopo aver seguìto un'inclinazione media di metri 7,40 per chilometro. Alla sua entrata nel lago egli lascia già una sì gran quantità di depositi, che il lago di Ginevra diminuisce rapidamente di lunghezza e di profondità: gli abitanti di questa estremità del lago lo constatano da una generazione all'altra. Da Ginevra a Lione, l'inclinazione non è più che di un metro per chilometro; da Lione a Beaucarie è di metri 0,40 da

Beaucaire ad Arles è ridotta a metri 0,12; da Arles al mare non rimane in tutto che *un* metro d'inclinazione per cinquanta chilometri, ossia non havvi quasi più veruna inclinazione; la larghezza del fiume raggiunge in taluni punti parecchi chilometri, la sua velocità, così grande a Ginevra e quasi ancora a Lione, è pressochè ridotta a nulla, e tutte le sabbie si estendono in strati estesi che le onde e le correnti del mare modificano senza posa. — È il tipo di tutti i fiumi e del lavorìo delle acque per modificare la superficie del pianeta. Gli uni, come la Senna, la Gironda, il Tamigi, l'Hudson, il San Lorenzo, conservano una velocità abbastanza grande, e sono così opportunamente spazzati dalle correnti del mare, da conservare sgombre le loro foci, e permettere che vi si stabiliscano varî porti, quali l'Havre, Bordeaux, Londra, Nuova York, Quebec; gli altri, quali il Rodano, il Po, il Nilo, il Danubio, trasportano con tanta lentezza le loro sabbie, da inalzare insensibilmente il loro fondo e obliterare ogni passaggio.

L'esame della foce del Rodano appresta i più interessanti documenti su questa stessa questione geologica e storica della variazione delle spiaggie. La storia d'Aigues-Mortes (1), fra l'altre, è in particolar modo notevole, non già perchè, come si crede generalmente, il mare siasi ritirato dall'epoca in cui san Luigi vi si è imbarcato per le Crociate, ma sì pel motivo che la foce del Rodano vi ha subìto delle trasformazioni d'un gran significato. Il mare si è ritirato, in realtà, ma non come lo si insegna generalmente; esso non s'è ritirato affatto, al punto del litorale più vicino ad Aigues-Mortes, di quattro chilometri alla foce del piccolo Rodano, e di dieci chilometri alla foce del gran Rodano. Quanto a Aigues-Mortes, san Luigi s'è imbarcato nel 1248 e nel 1270 nell'antico canale che conduceva le acque del Rodano al mare, il quale ha conservato il nome di « canal-viel » (canale vecchio), e terminava al « Grau-Louis » (2) (veggasi figura 134). Le più antiche carte ci mostrano Aigues-Mortes, bagnata dalle acque di questi numerosi bracci del Rodano oggidì colmati dalle alluvioni, e designati col nome di Rodani morti. Dopo aver versato per molto tempo le sue acque all'ovest di Aigues-Mortes, nello stagno di Mauguio, il gran fiume s'è a poco a poco inoltrato verso l'est; gli antichi Rodani sono stati sostituiti dal Rodano effettivo, quest'ultimo dal piccolo Rodano, e infine il grosso della corrente ha finito per stabilirsi nel Rodano d'Arles attuale. Gli sbocchi del fiume si sono spostati dal'ovest all'est. Si mostrano lungo i bastioni di Aigues-Mortes le tracce degli anelli di ferro a cui si amarravano i bastimenti, ma era l'acqua

(1) Aigues-Mortes, in italiano Acque morte, è una piccola città della Francia meridionale, nel dipartimento del Gard, che, per la sua posizione all'incrocicchiamento di diversi canali del Rodano è un posto militare assai importante.

(2) Grau è il nome che i Provenzali dànno alle foci dei fiumi che sboccano nel mare.
Nota del Trad.

del Rodano e degli stagni che veniva a bagnare queste mura (le quali, del resto, non datano da san Luigi, ma dall'epoca di suo figlio Filippo l'Ardito; non senza avvertire che, allorchè san Luigi, desideroso di possedere un porto sul Mediterraneo, comperò nel 1248, al monastero di Psalmodi, la città di Aigues-Mortes e il suo territorio, si stendevano già degli stagni e delle paludi fra questa città e il mare, e, a quell'epoca, Psalmodi era un'isola monastica circondata dal Rodano).

Si sa che il Rodano si divide in due rami principali al disopra di Arles. Il ramo orientale, o Rodano grande, si getta nel mare all'est del golfo di Fos; il braccio occidentale, o piccolo Rodano, si divide egli pure in due bracci per formare il delta della Camarga, di cui l'orientale si getta nel mare non lungi dal villaggio delle Sante Marie, e l'occidentale a diciassette chilometri di là, all'ovest. Anticamente, il piccolo Rodano passava ad Aigues-Mortes, e più anticamente ancora andava a gettarsi nello stagno di Mauguio. Oggidì esso è quasi tutto asserragliato mediante dighe, e dalla stessa Beaucaire un canale discende attraverso Saint-Gilles a Aigues-Mortes fino al mare. L'industria umana ha modificato l'opera della natura. Tuttavia, nonostante le dighe, le bocche del Rodano continuano a trasformarsi rapidamente di anno in anno; il gran braccio attuale non esiste che da centocinquant'anni, ed è destinato a cangiar posto non meno di tutti gli altri bracci. Tutto il suolo è quasi al livello del mare, e sono le alluvioni del fiume che lo hanno formato. Il Rodano apporta annualmente alla sua foce da diciotto a venti milioni di metri cubi di sabbia e di fango, e si avanza gradatamente. Le onde del mare, sopratutto nei giorni di tempesta, cacciano a loro volta questa sabbia, e disegnano la configurazione della spiaggia sotto la direzione del vento dominante (est-sud-est verso ovest-nord-ovest). Si costruirono delle torri alla sua foce; se ne contano oggi da quattro a cinque da ogni lato; l'ultima, inalzata nel 1737, sulla spiaggia stessa, ne dista oggi più di sette chilometri. Abbiamo in tal fatto una prova che il letto del Rodano si è prolungato a poco a poco nel mare, mediante alluvioni successive. È il contrario di quanto si verifica al capo La-Hève relativamente ai fari.

Tutta la costa del Camarga non s'inoltra in tal modo; all'opposto l'azione predominante del mare produce su varî punti della spiaggia delle erosioni considerevoli. Senza le aggiunzioni incessanti del Rodano, la costa della Camarga e tutto il litorale sabbioso del delta finirebbero per sparire. I contorni e le variazioni della spiaggia sono adunque il risultato di una lotta permanente tra il fiume che la alimenta ed il mare che la depaupera. L'invasione del mare è assai sensibile al faro di Faraman; costrutto nel 1836, a settecento metri circa dal mare, questo edificio è raggiunto oggidì dalle acque.

Il movimento in avanti della grande bocca del Rodano è press'a poco di sessanta metri all'anno, e siccome la direzione del fiume è esattamente

opposta all'urto della marea burrascosa dell'alto mare, le alluvioni sono rimaneggiate in posto, e servono alle arginature del fiume. Precisamente di fianco, la spiaggia di Faraman, erosa dal mare, si arretra oggidì di quindici metri per anno: nel secolo scorso l'erosione era del doppio.

Tutto il golfo di Lione, dai Pirenei fino a Marsiglia, offre testimonianze della varietà d'azione degli elementi nella modificazione permanente del globo (1). Or son duemila anni, prima della denominazione romana, e durante questa denominazione, un numero notevole di città fiorenti era disposto a scaglioni lungo questo golfo; *Illiberris*, alla foce del Tech; *Ruscino*, sopra il Têt; Narbona sull'Atax; Agde sull'Hérault;

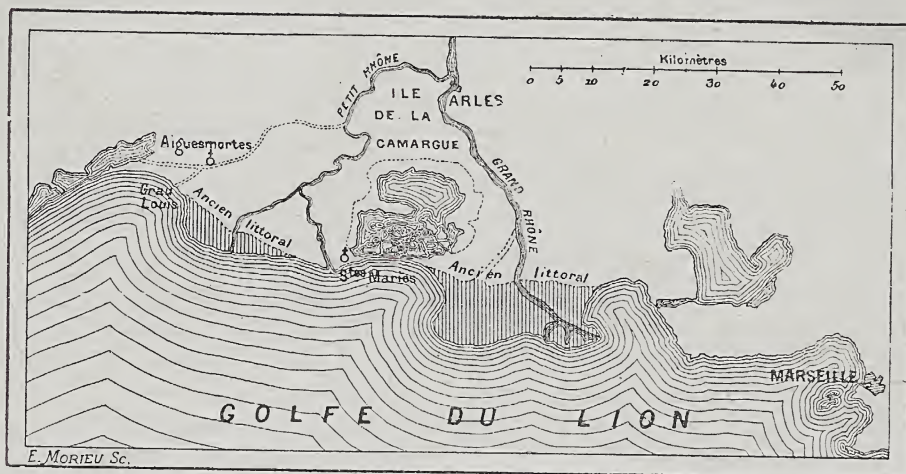



Fig. 134. — La foce del Rodano.

Aigues-Mortes, Saint-Gilles, *Eraclea*, *Rhodanusia* e Arles, sui differenti bracci del Rodano. Quattro di queste città fiorenti sono completamente

---

(1) La spiaggia delle Saintes-Maries (Sante Marie) dove una tradizione, che non parrebbe senza fondamento, fa sbarcare, sei o sette anni dopo la morte di Gesù Cristo, Maria Maddalena, l'amica sua, accompagnata da parecchi membri della famiglia del Maestro (e in particolar modo la sorella di sua madre, Maria Jacobè, madre di Giacomo Minore, e Maria Salomè, madre degli apostoli Giacomo e Giovanni, insieme a Lazzaro risuscitato ed a Marta sua sorella), la spiaggia delle Saintes-Maries, lo ripetiamo, esisteva già al principio della nostra èra, e a tal riguardo il litorale parrebbe aver di poco cambiato. Una ipotesi recente spiega questa tradizione come un ricordo del soggiorno di Mario e della sua profetessa Marta sullo stesso lido, centocinquant'anni prima della nostra èra, e mediante un bassorilievo antico scavato nella roccia, in vicinanza di Baux, designato col nome di *tre Maie* e rappresentante tre personaggi in piedi, panneggiati con lunghe tuniche. Da questo documento romano dedicato a Mario, l'imaginazione popolare avrebbe fatto un documento cristiano, e le *tre Maie* sarebbero diventate le *trois-Maries*, essendo superfluo l'osservare che tali travisamenti non sono rari nei primi secoli del Cristianesimo. L'ipotesi è ammissibile. Tuttavia documenti scritti che risalgono al quinto secolo, e una tradizione costante designano con non minore chiarezza la foce del Rodano come quella che fu il luogo di sbarco di Maria Maddalena e di molti parenti del profeta. Il fatto non è assolutamente inverosimile, essendo ammesse le perpetue traversate che si facevano allora come oggi fra l'Oriente e Marsiglia: aggiungasi a ciò che nessuno ignora quanto il culto di Maria Maddalena sia antico nelle chiese di Francia.

scomparse, e non rimangono di esse che ruine. Le altre sono morte, e il loro stato attuale non è che l'ombra dei suoi splendori passati. Altre volte i corsi d'acqua erano profondi e navigabili, almeno alla loro foce; e lungo la spiaggia si aprivano lagune analoghe a quelle di Venezia. Ma il letto del fiume si eleva lentamente. Alimentate in altri tempi dai loro fiumi rispettivi, nate, per così dire, dalla laguna, queste città hanno declinato e sono morte con essa. Le foreste sono state incautamente distrutte dall'uomo. Le lagune si sono cangiate in stagni, gli stagni in paludi apportatrici di febbri. Da molti secoli si tenta di disseccare la

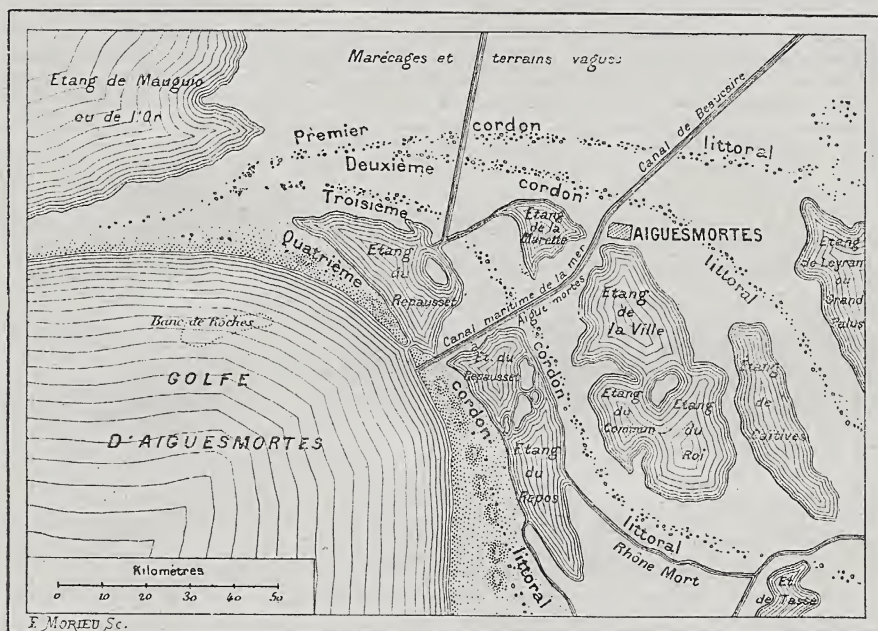



Fig. 135. — I cordoni litorali e il lento regresso del mare.

più grande superficie di queste paludi, ma la vegetazione non vi trova ancora una terra abbastanza ferma. Insensibilmente l'antico dominio marittimo farà posto al dominio agricolo (1).

Si può giudicare dalle alluvioni apportate dal Rodano, durante i tempi storici, dall'ispezione del piccolo quadro (fig. 134) nella pag. 252 (2).

---

(1) C. Lenthéric. *Le città morte del golfo di Lione.*

(2) Secondo il signor Lenthéric, certi scienziati sono in disaccordo su questo punto: il signor Desjardins, fra gli altri, pensa che la spiaggia s'è inoltrata, per così dire, tutta insieme, assai più regolarmente, e traccia questo lido al quarto secolo dell'èra nostra, mediante una linea quasi orizzontale, benchè sinuosa, condotta da Fos ad Aigues-Mortes. Noi inclíniamo piuttosto pel tracciato qui adottato, giudicando sempre, naturalmente, coll'imparzialità più assoluta.

La maggior parte delle questioni che formano oggetto delle nostre ricerche nel presente lavoro sono in via di soluzione per la scienza contemporanea; molto ponno essere accettate

Se noi volessimo risalire fino ai tempi preistorici, constateremmo che il mare si è lentamente ritirato, e che questo suo regresso graduale può

---

come risolte; molte, all'opposto, non lo sono ancora definitivamente. La conoscenza del « Mondo prima della creazione dell'uomo » è così nuova, quanto quella delle « Terre del cielo », ed anzi su molti punti la geologia è meno progredita dell'astronomia. È nondimeno difficile il prendere una decisione, allorchè, indipendenti da ogni pregiudizio anteriore, si è fatta, come Descartes, tavola rasa, per non accettare che ciò che è dimostrato. Nella questione capitale dell'origine della vita, i nostri lettori scientifici hanno potuto giudicare, al par di noi, che il frutto è maturo e che la nostra opinione può essere legittimamente stabilita. Qui, nell'apprezzamento dei cangiamenti sopravvenuti alla superficie del globo e delle cause attuali che continuano ad agire, le più laboriose comparazioni di documenti non bastano sempre per autorizzare una conclusione affermativa. Così, per esempio, uno dei più illustri geologi del nostro secolo, Lyell, assicura (*Principî di Geologia*, I, 562) che il più ragguardevole monumento che comprovi l'accrescimento del delta del Rodano dall'epoca dei Romani, è il grande e bizzarro andamento a sinuosità dell'antica via romana che andava da Ugernum (Beaucaire) a Biterrae (Bezièrs), passando per Nemansus (Nimes). « *È evidente*, dichiara egli, che all'epoca in cui

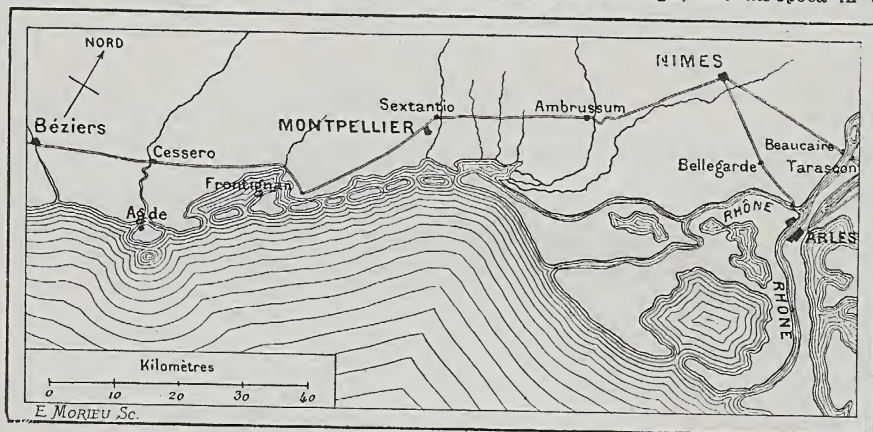



Fig. 136. — Via Romana da Beaucaire a Béziers.

questa strada fu costruita, non si poteva, come lo si fa al presente, attraversare il delta in linea retta, e che il mare o paludi occupavano allora lo spazio che è diventato terraferma. » Ebbene, noi abbiamo un bel esaminare questa via romana, ma non vi troviamo nulla di sorprendente a che la si sia fatta passare per l'importante città di Nimes, città considerevole, tutta romana d'altronde (soggiorno di parecchi imperatori) piuttosto che attraverso il deserto della spiaggia, quand'anche la spiaggia fosse stata la medesima dei giorni nostri, e siamo persuasi che la maggior parte dei nostri lettori saranno del nostro avviso dall'ispezione di questo tracciato. Una grande strada in quei paraggi sarebbe stata press'a poco inutile, e la sua mancanza nulla prova. — Si legge, alcune righe più oltre, nello stesso autore:

« Ciò che attesta ancora la grande estensione della terraferma che s'è formata dopo i Romani, si è che essi non hanno mai parlato delle acque termali di Balaruc come situate nel delta; benchè conoscessero perfettamente quelle d'Aix ed altre più lontane, e che vi annettessero, come a tutte le sorgenti calde, una grande importanza. Le acque di Balaruc dovevano in passato essere sgorgate sotto il mare. » Ora, andate a Balaruc (che, fra parentesi, non è già nel delta del Rodano, ma nel dipartimento dell'Hérault, vicino a Frontignano) e vi si mostrerà il posto degli antichi bagni romani, che Lyell non conosceva, essendovisi scoperti nel 1683, ma di cui la testimonianza negativa non proverebbe nulla, come si vede. Aprite Buffon: *Teoria della Terra*, e vi leggerete: « Aigues-Mortes, che è attualmente a più di mezza lega dal mare, era un porto al tempo di San Luigi. » Ed è l'opinione comune, ma noi già vedemmo che non è fondata affatto. Ecc., ecc .

Abbiamo fatto i nostri sforzi per decifrare la verità in mezzo ad un gran numero di documenti contradditorî, e per apportare la più grande precisione possibile in questo studio interessante, ma appena maturo e tuttora malagevole.

essere direttamente apprezzato dai quattro cordoni litorali che disegnano le antiche spiaggie. Questi cordoni, tuttavia (fig. 135) non sono antichi, essi appartengono all'epoca geologica attuale o quaternaria: tutto il terreno del delta del Rodano è del resto quaternario.

Si comprende facilmente che la tendenza dei fiumi alla loro foce sia d'allungare il continente a spese del mare, e di deporre progressivamente i frantumi strappati alle montagne dai torrenti e polverizzati. Questo movimento basta per trasformare lentamente la configurazione geografica delle diverse regioni. L'esempio della foce del Po, in Italia, è fra i più caratteristici e meglio studiati. Esaminate, fra l'altre, la piccola Carta nella pagina seguente, e noterete fin dal primo colpo d'occhio l'espansione a forma di mezzaluna disegnata nel mare Adriatico dalle alluvioni dovute alle bocche del Po. La città d'Adria, che ha dato il suo nome all'Adriatico, era all'origine sua, nel tempo degli Etruschi, or son tremila anni, sul lido stesso del mare. Essa è oggi lontana 26 chilometri dal punto più vicino; l'Adige e i diversi bracci del Po cacciano oltre insensibilmente la spiaggia; la foce principale del fiume è attualmente a 35 chilometri dal meridiano d'Adria. La misura di progressione della terra nel mare è in questo punto di *settanta metri per anno*. Il fiume apporta annualmente 42 760 000 metri cubi di limo, ossia un metro e 36 centimetri per minuto secondo (Lombardini). È un lavoratore fra i più attivi questo fiume, in causa delle Alpi e dei torrenti: il Danubio, che ha cinque volte la massa d'acqua del Po, non porta in mare che 35 500 000 metri cubi d'alluvione per anno.

Le dighe incominciate fino dal XIII secolo garantiscono, è bensì vero, il paese dalle inondazioni annuali a cui era esposto, ma il fondo del letto s'inalza lentamente, e attualmente la superficie delle acque del Po è — non già più elevata del tetto delle case di Ferrara, come hanno scritto Prony e Cuvier — ma nondimeno un po' superiore al suolo delle regioni adiacenti; nelle grandi inondazioni, come quelle del 1870 e 1872, giunge a due o tre metri al disopra del livello del selciato. Allorchè dopo le stagioni delle pioggie avviene una rottura in queste dighe, le inondazioni che ne risultano spandono ovunque la rovina e la morte sul loro passaggio. Allorchè non sono distrutti dalla violenza dell'irruzione, i punti abitati diventano isole. — Un giorno, visitando la città di Ferrara (autunno 1872) una rottura delle dighe del Po condusse le acque d'ogni intorno ai bastioni, e si dovette attendere per più d'una settimana il ristabilimento delle comunicazioni interrotte. — Dalla comparazione dei documenti noi abbiamo tracciato sulla carta in piccole dimensioni di questa regione (fig. 137), l'antica riva probabile d'or son tremila anni. Alla sua fondazione (nell'epoca stessa) Ravenna era egualmente porto di mare; essa lo era ancora sotto Augusto, che la ampliò e ne fece un porto militare: essa è oggi a sette chilometri dal mare.

Si ha la stessa impressione quando si esamini la foce del Tevere, a Ostia, presso Roma. *Ostia*, come ognuno sa, vuol dire bocca. Questo porto fu istituito, fin dall'origine di Roma, da Anco Marzio allo sbocco stesso del fiume. Attualmente le rovine dell'antica Ostia si trovano a quattromila metri dalla foce del fiume. È da questo porto che partì per la Spagna la flotta di Scipione l'Africano. Da 80 000 abitanti, la popolazione è scesa a 50 poveri infelici che disertano perfino il luogo nell'estate in causa della malaria. Il villaggio moderno fu fondato nell'830 da Gregorio IV, poco al disopra dell'antico coperto dalle sabbie. Nel 1569 si costrusse alla riva del mare la torre San Michele, che ne è oggi

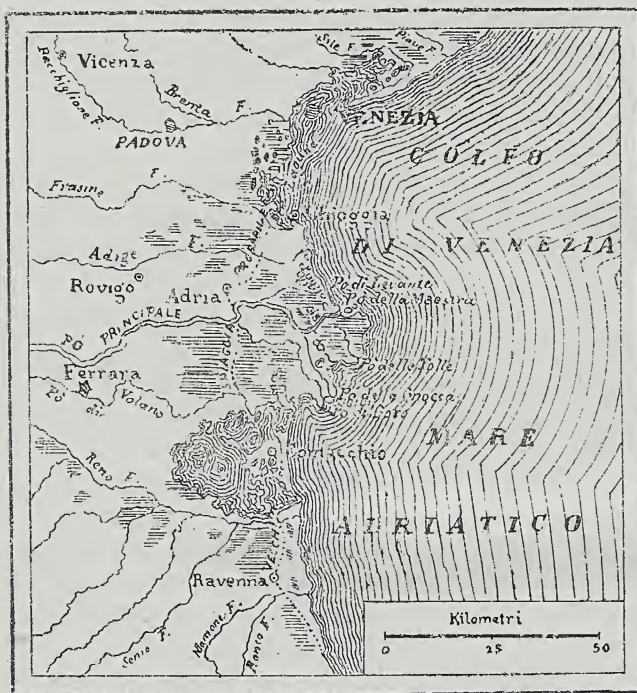



Fig. 137. — Diminuzione graduale del mare alla foce del Po.

discosta ben settecento metri (ed anzi ben mille e cinquecento se si considera la foce del fiume). Fino dai tempi dell'impero romano si fu obbligati di scavare il porto e il canale di Fiumicino, destinati a sostituire la foce invasa dalle sabbie del fiume. Secondo Rozet, il movimento d'inoltro del delta del Tevere è in media di metri 3,90 per anno a giudicare dal punto di riconoscimento fissato nel 1662.

Il livello del mare non ha cangiato (1). Si può rendersi conto

(1) Si giudicherà in merito a tali trasporti di sabbia mediante i calcoli seguenti:
La Loira fa giungere a Nantes ogni anno 400 000 metri cubi di sabbia, trascinati colà in 24 miliardi di metri cubi d'acqua.

dello spostamento della spiaggia mediante la carta in piccolo formato (fig. 138).

Gli antichi non ignoravano questi cambiamenti, dei quali le alluvioni del Nilo offrivano loro un esempio di primo ordine. Or son 2400 anni Erodoto scriveva che i sacerdoti d'Egitto consideravano già il loro paese « come un dono del Nilo ». Secondo lui, il delta sarebbe d'epoca recente. Omero parla di Tebe come se essa fosse stata sola in Egitto, e non fa menzione alcuna di Menfi. Una volta i bracci del fiume che si gettano

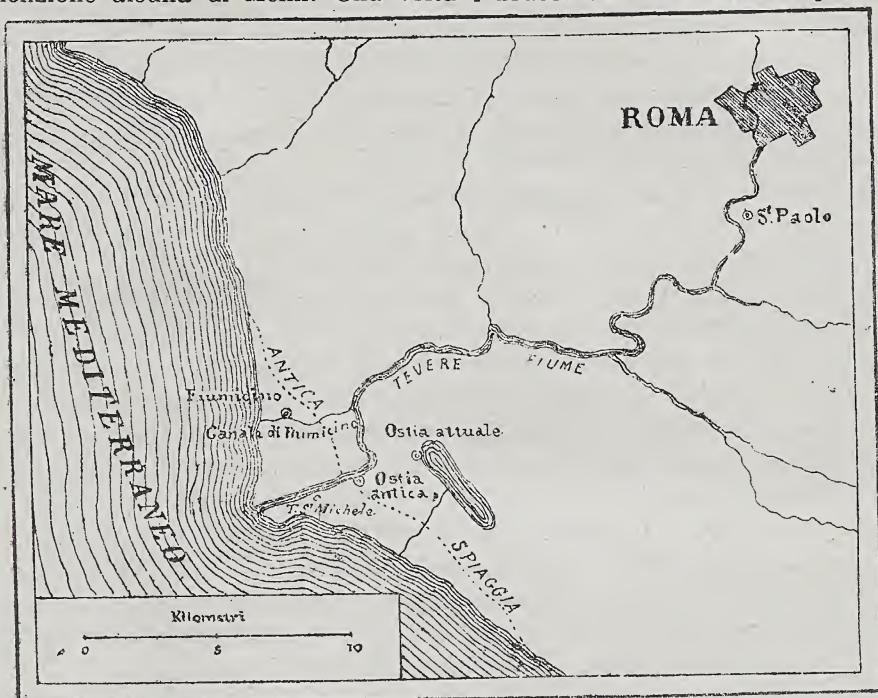



Fig. 138. — Diminuzione graduale del mare alla foce del Tevere.

nel mare a Canopo ed a Pelusio erano i principali, e la costa si estendeva pressochè in linea retta dall'una città all'altra, come lo si vede sulle carte di Tolomeo. Ora Canopo e Pelusio sono in rovine nell'oblìo del passato; le bocche principali del fiume si sono ravvicinate l'una all'altra, e portano da duemila anni le acque loro nella direzione di Rosetta e di Damietta, città edificate alla riva del mare almeno mille

La Garonna fa pervenire ogni anno a Marmande 2 850 000 metri d'alluvione, trasportati in 25 miliardi di metri cubi d'acqua.

Nel periodo di circa vent'anni, si sono asportati dal letto della Senna, su 42 chilometri di lunghezza al basso di Rouen, 60 milioni di metri cubi di sabbia. Il volume medio d'acqua di mare risospinta dalla marea, al di sopra delle sabbie trascinate, può essere valutato di circa 30 milioni di metri cubi e il volume medio delle acque dolci discendenti è di 20 milioni.

anni fa, e che già si sono arretrate di otto chilometri. È il Nilo stesso che ha dato la sua forma circolare alla base del delta, la quale misura quasi trecento chilometri di sviluppo; la superficie attuale del delta è di 22 276 chilometri quadrati. Si è calcolato che se tutto il limo apportato dalle bocche del Nilo fosse uniformemente rigettato sul litorale, quest'ultimo si inoltrerebbe di quattro metri all'anno; ma questo suo avanzarsi è assai irregolare, ed il fiume tende ad abbandonare quasi tutte le alluvioni sulle campagne attinenti alle due rive, ed a rialzare il suolo; gli agricoltori poi modificano in oggi sensibilmente l'opera della natura mediante le colmate (1), la coltura industriale e le pompe a vapore (2). Noi abbiamo tracciato sulla carta attuale delle bocche del Nilo (fig. 139) la linea dell'antica spiaggia secondo Tolomeo, il quale, come si sa, era egiziano e abitava il paese.

Il Mississippi e il Gange sono ancor più degni di nota. Il primo ha spinto le sue alluvioni fino a quaranta chilometri nel mare; il Gange e il Brahmaputra versano nella baia del Bengala un miliardo e cento trentadue milioni di metri cubi di terra per anno!

Noi potremmo facilmente moltiplicare questi esempi. Scegliemmo invece i principali come tipi caratteristici, e i nostri lettori possono essi stessi aggiungerne altri; basta perciò esaminare una carta di qualche provincia confinante col mare, per osservare le protuberanze a forma di mezzaluna formate nel mare dalle alluvioni delle foci dei grandi e dei piccoli fiumi (ad esempio: il Varo, l'Hérault, la Vire, l'Orne, la Dives (3), la Touque, ecc.). Non occorre dire che questo avanzamento non si produce che allorchè nulla vi si oppone efficacemente: molte foci presentano un aspetto contrario, in conseguenza della configurazione geologica delle roccie, di correnti marittime, ed anche di abbassamenti del suolo; ma il risultato è lo stesso: *trasformazione secolare*. Vi sono ben pochi punti sulla terra che non abbiano cangiato affatto, solamente dopo i tempi storici.

Per opera di questo lavorìo delle acque le montagne si abbassano e il fondo del mare si alza. La Duranza travolge nelle sue acque fino a

---

(1) Fr. *colmatage*. È il riempimento o rialzamento che si fa dei bassi fondi di terreno mediante l'opera di inondazioni procurate ad arte.

Nota del Trad.

(2) Il lavorìo dei fiumi nelle alluvioni è destinato a diminuire di anno in anno, in seguito all'utilizzazione delle acque da parte degli agricoltori. Il Po serve già all'irrigazione di centinaia di migliaia d'ettare: cinquantacinque milioni di metri cubi d'acqua per giorno gli sono tolti a prestito per le colture della Lombardia e della Venezia. La Duranza è utilizzata per la fertilizzazione della Provenza; il Gange abbandona i sei settimi delle sue acque per servire tre milioni di esseri umani; nel ricco delta del Nilo, cinquanta pozzi d'inaffiamento non cessano mai dal funzionare a spese del fiume e dei suoi canali. I corsi d'acqua sono già assorbiti in parte e sviati prima di giungere al mare.

(3) A Dives il mare si è ritirato di due chilometri dall'epoca (1066) in cui Guglielmo, duca di Normandia, vi si imbarcò con 400 navigli e 67 000 uomini d'arme per andare a conquistare l'Inghilterra: vaste praterie occupano oggidì il posto dell'antico porto.

63 millesimi di limo, la Garonna 10 millesimi, 6 millesimi il Reno, e l'Indo da 2 a 5 millesimi. Sono queste le cifre dei massimi dopo le inondazioni ed i torrenti. Vi sono giorni in cui il Danubio versa nel mare fino ad 1 250 000 metri cubi di terra! Secondo una comparazione assennata dei diversi contributi dei fiumi, il signor Eliseo Reclus è tratto ad ammettere che vi sono all'incirca dieci chilometri cubi di terra gettati ogni anno nel mare dal complesso di tutti i corsi d'acqua. Ripartito sul fondo del mare, questo deposito si eleverebbe di un centimetro in 341 anni, o di un metro in 341 secoli e 1000 metri in 34 milioni d'anni. Le acque riunite di tutti i grandi e piccoli fiumi formano una assai esigua quantità in paragone all'acqua degli oceani. Ammettendo che la profondità media dei mari sia di cinque chilometri, la quantità d'acqua che i fiumi travolgono attualmente eguaglierebbe quella che riempie gli abissi dell'Oceano soltanto dopo un lasso di cinque milioni e mezzo d'anni.

Inesorabilmente, col progredir del tempo, la superficie del globo cambia completamente. Se niuna causa interiore producesse sollevamenti o depressioni del suolo, il globo terrestre finirebbe, mediante la sola azione delle acque, coll'essere completamente liscio come una palla da cannone e coperto costantemente da uno strato d'acqua di alcune centinaia di metri di spessore. Ma noi vedremo quanto prima che il livello della terra ferma non è esso pure eterno. L'azione dei depositi non è per questo meno efficace di secolo in secolo. Verrà giorno in cui il Mediterraneo, per esempio, non sarà più che un avvicendarsi di laghi, oppure, più tardi ancora, un gigantesco fiume. Il mare d'Azof si trasforma gradatamente in un grande fiume, mediante il lento avvicinarsi delle sue rive. Il golfo di Venezia non sarà un giorno che il prolungamento della gran valle del Po, e i due ampi bacini del Mediterraneo, separati dalla diga sottomarina che congiunge la Sicilia all'Africa, formeranno due laghi di più in più restringentisi, le cui acque alimenteranno il più gran fiume del mondo. Allora il Dnieper, il Danubio ed il Po non saranno che semplici tributari; e fors'anche il Nilo, già sì poco considerevole alla sua foce, perderà tutta la sua acqua in causa dell'evaporazione, prima di poter raggiungere il fiume Mediterraneo, e diventerà un corso d'acqua affatto continentale come il Chari, l'Hauach ed il Giordano (1).

È quanto parrebbe già essere avvenuto pel pianeta Marte, il quale, più antico della Terra, non ha più alcun oceano, ma solamente dei mediterranei, con fiumi e canali (2).

Tutto ciò che abbiam testè esposto circa il lavorìo delle acque che

---

(1) Eliseo Reclus. *La Terra*, I, 525.

(2) Veggasi la carta geografica del pianeta Marte, nelle nostre *Terre del Cielo* e il piccolo *Globo geografico di Marte* che abbiamo recentemente pubblicato.

Nota dell'Autore.

portano al mare terreni di sedimento, allungando i continenti e modificando le spiaggie, può essere applicato ai laghi, ed anche alla trasformazione perpetua delle valli. Così, per esempio, il Rodano, che noi vediamo inoltrarsi di sessanta metri per anno in media nel Mediterraneo ebbe a modificare, in una maniera fors'anco più sensibile ancora, il lago Lemano, che ha del resto creato egli stesso.

Il fiume compie alle due estremità del bacino di un lago lavori contrari in apparenza, ma che hanno egualmente per risultato di ridurre la superficie delle acque. Nella parte alta, egli rialza gradatamente il suo letto colmandolo di alluvioni; nella parte opposta, egli abbassa il suo fondo e, per questa depressione che si fa incessantemente più grande,

Fig. 139. — Diminuzione graduale del mare alla foce del Nilo.

sparisce a poco a poco la massa liquida: alla fine i due letti d'entrambe le parti si incontreranno a metà strada, e il lago avrà cessato d'esistere. È il doppio fenomeno che si produce da secoli nel lago Lemano. Una volta questo specchio d'acque in forma di mezza luna si estendeva nella parte superiore fino al punto dove si trova oggidì San Maurizio, a ventidue chilometri più in su del lago, e si prolungava nella parte inferiore, mediante angusti bacini, fino al forte dell'Écluse, a 15 chilometri dall'uscita del Rodano. Si può rendersi conto nella carta in piccolo formato (fig. 140) di tutto il terreno perduto già per opera del lago dopo la sua formazione in causa delle alluvioni del Rodano. I sedimenti fluviali, sabbie o ghiaie di grossezza media, s'accumulano in strati sovrapposti, come i fogli d'un libro che il geologo può a suo piacimento voltare.

Questi strati di formazione contemporanea si estendono ogni anno sopra un gigantesco piano inclinato di più di tre chilometri di lunghezza; ed essendo la profondità del lago, fra Vevey e Saint-Gingolph di 180 metri, questi strati ponno essere considerati come quasi orizzontali. Da solo otto secoli, Port-Valais si è arretrato di otto chilometri. Sono documenti di gran significato che bisogna saper interpretare.

Non solamente questo lavorìo delle acque trasforma gradatamente la configurazione geografica del globo, ma ha inoltre gran parte nella costituzione geologica dei terreni e nella conservazione dei resti degli esseri viventi. Nel delta del Gange e del Brahmaputra, che non misura meno di 166 400 chilometri quadrati, su cui i due fiumi depongono i loro sedimenti con uno spessore da 60 a 70 centimetri per secolo, si incon-

Fig. 140. — Diminuzione graduale del lago di Ginevra in causa delle alluvioni del Rodano.

trano coccodrilli di diversa specie. Questi animali pullulano nell'acqua salmastra, sopra tutta la linea dei banchi di sabbia, ove l'accrescimento del delta è più rapido. Si vedono questi animali riuniti a centinaia negli insenamenti del fiume, o che si riscaldano al sole sugli alti fondi. Assalgono gli uomini e il bestiame, gettandosi sugli imprudenti che si bagnano nel fiume, e sugli animali domestici o selvaggi che vengono colà ad abbeverarsi. « Io sono stato testimonio assai spesso, » dice Colebrooke, « dell'orribile spettacolo d'un cadavere galleggiante, afferrato da un coccodrillo con una tale avidità, che il mostro, per meglio impossessarsi della sua preda, restava per metà fuori dell'acqua. » Il geologo non mancherà di osservare, scrive Lyell a questo proposito, a qual punto i costumi e la distribuzione di questi sauri li espongono ad essere sepolti negli strati orizzontali di limo finissimo che sono deposti ogni anno su molte centinaia di chilometri quadrati nella baja di Bengala. Gli

abitanti del paese che si annegano, o sono gettati nell'acqua, rimangono preda di questi rettili voraci, e si può supporre che i resti dei sauri stessi sono continuamente sepolti nelle nuove formazioni. D'altra parte il numero dei corpi d'Indiani, appartenenti alla classe povera, che vien gettato annualmente nel Gange, è così considerevole, che non si può mancare di rinvenire nel limo fluviatile alcune delle loro ossa, o taluni resti dei loro scheletri.

Questi depositi divengono roccie, e i residui ch'essi conservano si fossilizzano gradatamente. La natura minerale, la densità, lo spessore, il colore, la durezza dei depositi stratificati derivano dalla natura delle terre trasportate e dalla velocità delle acque che li depongono. La disposizione a strati, che domina così generalmente nei depositi acquosi, è dovuta, più spesso che ad altro, a variazioni nel grado della rapidità dell'acqua corrente, la quale, allorchè si muove con una determinata velocità, non può trascinar seco che particelle d'una certa grossezza e d'un certo peso. Ne viene che, secondo che la forza della corrente aumenta o diminuisce, i materiali depositati in strati successivi in differenti punti, sono grossolanamente assortiti, secondo le loro dimensioni, le loro forme e la loro gravità specifica. Diverse circostanze danno luogo alle variazioni che si notano. Così in una certa epoca dell'anno, è il legno che viene trasportato, ed in un'altra è il fango. Altre volte, quando la corrente raggiunge il suo massimo di volume e di velocità, può spargere ciottoli su di una certa superficie ove si depositano, e allorchè le acque divengono basse, un sedimento fine invece e precipitati chimici. Si può osservare la formazione attuale di tutte le specie di terreno in fondo ai fiumi, ai confluenti, nei laghi, nei delta e nelle foci dei fiumi stessi. In fondo all'Allier si formano da un anno all'altro pietre assai dure: in fondo alla Marna, alla Mosa ed alla Senna se ne trovano altre, spesso assai singolari nelle forme loro, e parimente di formazione contemporanea. I grandi fiumi torrenziali producono sopratutto puddinghe o conglomerati; e se ne trovano dovunque nei dintorni di Nizza, e su quasi tutto il litorale da Tolone a Genova.

Osservavamo al principio di questo capitolo che, nella posa del filo transatlantico, si è trovato in fondo all'Oceano un fango bianco, composto di corpi organici di una natura identica a quelli che costituiscono la creta, e che si forma attualmente. È sempre a un dipresso la stessa cosa ovunque. Erenberg ha contato 6000 gusci in un'oncia di sabbia dell'Adriatico; d'Orbigny ne contò 484 000 in un grammo di sabbia delle Antille. Siamo in presenza *di fatti attuali* che ci mostrano direttamente il *modo di operazione della natura.*

Ma non lasciamoci trascinare troppo oltre in queste considerazioni, poichè importa che noi abbracciamo quanto più è possibile, con uno

stesso colpo d'occhio, il complesso delle cause attuali di trasformazione del suolo. Noi giungiamo qui, senza abbandonare la questione delle spiaggie, a un'altra causa di trasformazione, che non è meno importante delle precedenti. È quella dei *sollevamenti* e delle *depressioni* del suolo. Questo argomento fu assai discusso, e fin anco spesso con passione. Oggi noi abbiamo tra mani documenti rigorosi e positivi. Esponiamoli metodicamente, e sempre incominciando dai punti meglio accessibili all'osservazione.

A tutte le operazioni geologiche secolari dovute all'opera quotidiana e normale di un corso d'acqua, aggiungiamo ora quest'altra causa che viene ad annettersi alle precedenti. Il suolo non è stabile esso stesso; in alcuni punti si abbassa, in altre regioni si eleva.

Consideriamo, per esempio, la celebre baja del Monte San Michele (fig. 141). Al tempo della conquista romana e durante i primi secoli della nostra epoca, un'immensa foresta copriva tutta questa regione: era la foresta di Scissey, nella quale si stabilirono numerosi monasteri, e fra gli altri quello di Taurac (che fu distrutto nel VI secolo dai soldati del re Clotero). Il Monte San Michele, che si chiamava allora « il Monte Tomba » si elevava nel mezzo come un mausoleo, e si trovava a circa venti chilometri dal mare. Ognuno sa che quel monte è oggidì isolato in mezzo ad una spiaggia assolutamente nuda, ricoperta due volte al giorno, nelle grandi maree, dai flutti del mare che si avanza fino alle dighe, a più di due chilometri, e che si estende in larghezza su più di trenta chilometri, come si può rendersene conto dalla nostra piccola carta (fig. 142). In tutta questa regione, al di qua come al di là della spiaggia ricoperta dalle grandi maree si incontrano a poca profondità tronchi d'alberi di tutte le varietà.

Un manoscritto del decimo secolo, o fors'anco del nono, racconta che il Monte San Michele ha perduto da molto tempo la foresta da cui era circondato, che Dio ha trasformato questa regione per seguire le sue viste, e preparare il culto del santo arcangelo, e che il mare ha tutto spazzato via « per fare una bella strada ai pellegrini » che da ogni parte affluiscono e vengono a rendere testimonianza ai miracoli (1). La prima abbazia eretta al culto di San Michele da Autberto, vescovo di Avranches, era stata inaugurata nel 709, e già il mare circondava il monte, dappoichè le cronache dell'abbazia mettono queste precise parole in bocca all'arcangelo: *in pelago* « nel mare » e tutte le antiche carte qualificano il monte *in periculo maris* « esposto ai pericoli del mare. »

Si scoperse nel 1822, in seguito ad una tempesta che aveva messo sossopra la spiaggia, a dieci piedi al di sotto del livello abituale delle sabbie, una strada pavimentata con pietre piatte, avanzo di un'antica via romana attraverso il suolo paludoso dell'antica foresta.

(1) Veggasi CHÈVREMONT. *I movimenti del suolo*, p. 350.

Dal complesso di queste osservazioni possiamo ammettere che nell'anno 709 il livello delle più alte maree s'elevava di circa 12 metri sopra il livello attuale delle più alte maree. Ora questo livello delle più alte maree si eleva a metri 15,50. Si può quindi concluderne che da quell'epoca il mare ha guadagnato metri 3,50 in altezza verticale, ossia, in fatto, che il suolo si è abbassato di un'egual misura, ciò che indicherebbe una depressione di 33 centimetri per secolo (1).

Un racconto del VI secolo fa morire lo stesso giorno (15 aprile 565) nella baja del Monte San Michele, i due vescovi Saint-Pair (san Paternio) e Saint-Escouvillon (san Scubilio) che andavano ad incontrarsi l'un l'altro alla vigilia della loro morte. In quel giorno, vigilia della luna nuova, la marea era già forte, e giungeva alle sei della sera. Essi incontrarono difficoltà nel loro tentativo d'incontro in causa di una larghezza di mare d'un po' più d'un chilometro, « fere tria milia ». Oggidì il braccio di mare che forma l'estuario comune del Couesnon, della Seluna e della See non ha meno di dodici chilometri. Anche là l'abbassamento del suolo è da 3,50 a 4 metri.

Su tutta la baja di Dol si estendevano parimente, durante i primi secoli dell' èra nostra, la foresta di Kauquelunde, vicina alla foresta di Scissey, e quelle di Cantias e di Coat-Is. Un'altra, non meno vasta, esisteva al sud di Chausey, gruppo d'isole in oggi sferzato dalle onde. La vasta pianura che si stende intorno al monte Dol continua ad abbassarsi gradatamente, e non è garantita dall'invasione del mare che dalle dighe del litorale, lungo le quali il mare rigetta fortunatamente una specie di cordoni di sabbia che le consolidano. Ma non vi è per altro minor necessità di dar sfogo, a marea bassa, ai corsi d'acqua sparsi su seicentomila chilometri quadrati. Il sottosuolo è salmastro. Si trovano nella palude di Dol tutte le vestigia delle foreste sepolte: quercie, castagni, alberi di ciriegio, pioppi, ecc. Dopo il XIII secolo, sette parrocchie sono scomparse sotto l'invasione del mare: i boschi di *Tommen*, *Mauny*, *San Luigi*, *Santa Maria*, *San Nicola di Borgonuovo*, *la Feilette* e *Santo Stefano di Paluel*, quest'ultimo solo nel 1630.

Nel dodicesimo secolo, il bel fiume, la Rance, che scende da Dinan a Dinard e a Saint-Malo, non misurava, al piede della città di Aleth (Saint-

(1) La baia del Monte San Michele è uno dei punti più ammirabili, sia per le contemplazioni che per lo studio delle maree, e l'autore di quest'opera vi passa sovente alcuni giorni nelle epoche delle grandi maree equinoziali. È grandioso lo spettacolo dell'arrivo del mare che viene a sommergere tutto il paese sotto un immenso velo d'acque. Esso invade due volte al giorno l'entrata della città feudale, e sommerge la strada principale fino al disopra dell'albergo Poulard. Non si può allora uscire dalla città che in battello. Le cose non dovevano essere così allorchè si sono costruite queste strade, e si è fatto il selciato della città. Vi è in ciò una prova manifesta di depressione. Tutto quanto il Monte San Michele diminuisce lentamente d'altezza. — Per la descrizione dello spettacolo delle grandi maree, osservato in questa famosa baia del Monte San Michele, veggasi la nostra opera *Nel Cielo e sulla Terra, Prospettive e armonie*, p. 197

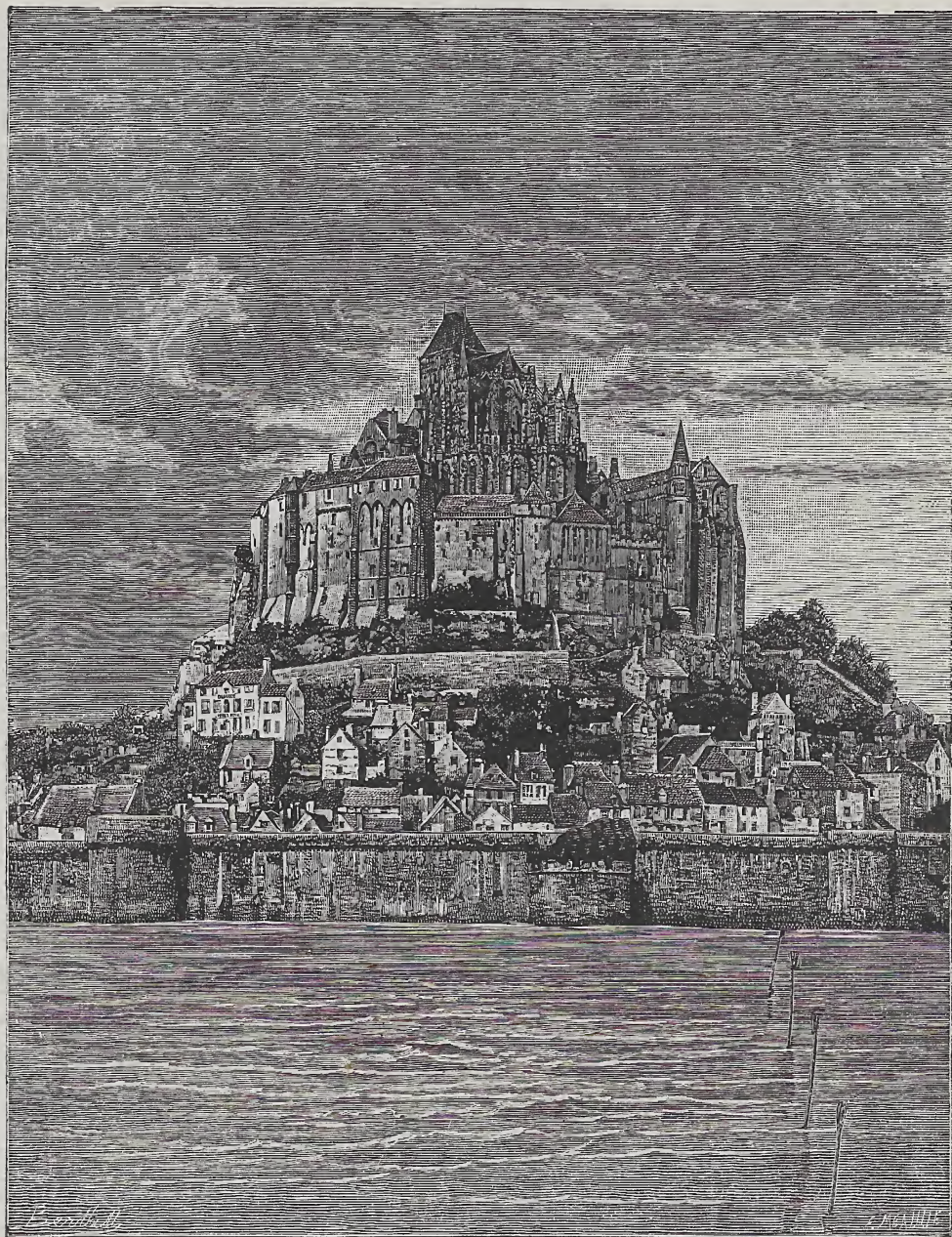



Fig. 141. — Il Monte San Michele.

Servan) che 70 metri all'incirca di larghezza, a marea bassa, ben inteso. Oggi, allo stesso punto, fra Dinard e Saint-Servan, durante la più bassa marea, esso misura quasi 1100 metri. Tutta questa valle è scesa sotto i

flutti, e così pure le praterie che si estendevano fra Saint-Malo e Cesembra, oggidì isolata in faccia di Saint-Enogat.

Le tradizioni hanno conservato il ricordo che l'isola di Jersey era attaccata al continente durante i tempi storici, e che fino dal tempo dei primi vescovi (San Lò, morto nel 365, e i suoi primi successori) gli abitanti dell'isola erano obbligati di fornire all'arcidiacono una tavola per passare, a bassa marea, una larga fiumana o un canale di scolo delle acque salate. L'esame delle carte marine ne induce a confermare questa tradizione. Esso fa discernere nel mare un istmo mediante il quale Jersey ha dovuto conservare, durante certo tempo, il suo ultimo legame colla terra ferma. « Noi abbiamo potuto seguire questo istmo, scrive il signor Chèvremont, benchè quasi completamente smantellato dalle correnti, nella direzione da Saint-Germain (Francia) a Graville (Jersey). Sopra questa direzione, in una lunghezza di 32 chilometri, una serie di altipiani rocciosi sottomarini permette di ricostrurre senza lacune il passaggio che il cedimento del suolo ha fatto scendere sotto il mare e che le correnti hanno profondamente guastato. »

Si è pertanto indotti, anche da ciò, ad ammettere un abbassamento di quattro metri all'incirca, dopo la fine dell'epoca gallico-romana. Le roccie sorpassavano d'alcun poco il livello del mare ad acque basse e le terre che riempivano i loro interstizii e le scoprivano vi davano agio ad un passaggio. La comunicazione ha potuto mantenersi tra l'isola e il continente com'essa ha esistito fino al XV secolo fra Saint-Malo e Cesembra, fra Saint-Servan e Dinard. Le « praterie di Cesembra » sono state l'oggetto di contestazioni fra il demanio pubblico e il capitolo della signoria fino al 1347; da quell'epoca, esse furono definitivamente sommerse.

La stessa testimonianza ci è data dalla comunicazione che congiungeva le foreste di Scissey e Jersey mediante l'Ecrehous. Questo passaggio divenne un'isola che fu data ai monaci di Val Richer per edificarvi una chiesa, attesochè gli abitanti non potevano più venire ad assistere alla messa a Portbail, avendo il mare nel 1203 separato l'isola dal continente. Di quell'isola, allora assai popolata, non resta che un ammasso di roccie, sulle quali si possono ancor distinguere, a marea bassa, le rovine della vecchia cappella.

Aggiungasi ancora che tutte queste testimonianze storiche sono confermate da un documento scoperto nel 1714 al Monte San Michele dall'ingegnere Deschamps-Vadeville, che rappresenta le invasioni del mare da Saint-Brieuc fino a Barfleur. Questa carta porta la data del 1406, ma dall'aspetto dei caratteri e dall'esame dei termini in essa impiegati, parrebbe essere la copia di una carta compilata nel XIII secolo sulle tracce di un originale più antico ancora, e senza dubbio del IX secolo. Noi riproduciamo (fig. 143) questo curioso documento secondo l'edizione che ne ha dato il signor Chèvremont. Senza annettere ai particolari una precisione

che certamente essi non comportano, si può considerare questa carta come rappresentante il disegno d'insieme di ciò che esser dovevano le rive della Gallia al principio dell'èra nostra, secondo le tradizioni ancor viventi al IX secolo. A Jersey e a Guernesey il mare copre in oggi di quindici metri d'acqua il suolo su cui esistevano nel 1340 secondo il catasto dell'epoca, boschi e praterie. La depressione, tutto calcolato, sarebbe di tre metri per secolo.

Il mare rode parimenti le sue scogliere sul litorale del Calvados (e in ispecial modo a Courcelles) e quasi lungo tutta questa costa. Il signor Quénault ha trovato in vicinanza di Caen, a sei metri al disotto del livello delle più basse maree equinoziali, avanzi di canotti del XV secolo. Sarebbe una depressione di due metri per secolo all'incirca.

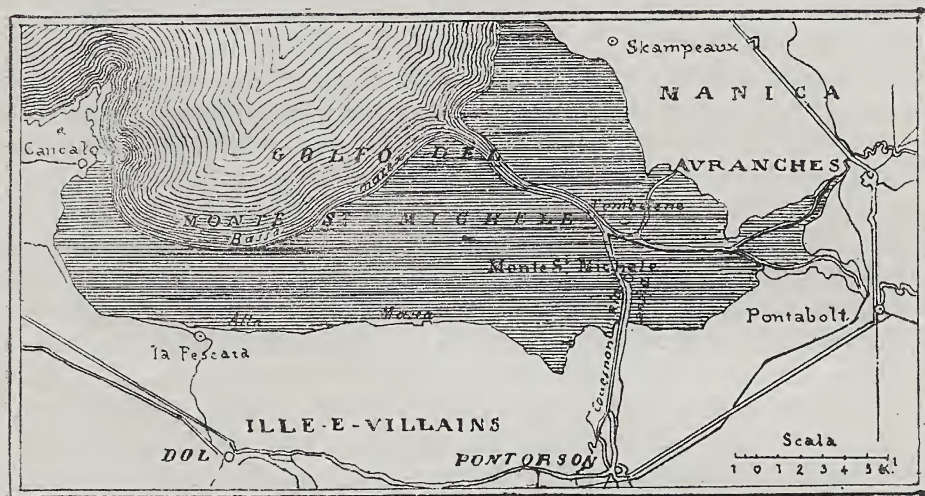



Fig. 142. — La baia del Monte San Michele durante le alte e le basse maree.

Al lago di Cherbourg, il suolo sottomarino è coperto dei resti, tuttora in piedi, di una vasta foresta, appartenenti a specie vegetali attualmente viventi. Si possono vederne notevoli frammenti al museo di storia naturale di Parigi. Noi abbiamo trovato dei resti analoghi al nord dell'isola dei Glénans (Finisterre).

Nel 1871, furono collocate lungo le scogliere della città di Limes presso a Dieppe, delle pietre che ne segnavano il confine. Dodici anni più tardi, non ne restava più che qualcuna di esse: la scogliera aveva perduto circa 20 centimetri.

Nella baja di Douarnenez esisteva anticamente una città celebre, la città d'Is, di cui la leggenda del re Gradlon ha illustrato la fine così tragica. Ai primi secoli dell'èra nostra, questa città era ancora fiorente, benchè già minacciata dal mare e protetta dalle dighe. Si ritiene sia avvenuta nell'anno 444 l'invasione delle acque che inghiottirono definitiva-

mente queste popolazioni. Si vedon ancor oggi, a bassa marea, alcune vecchie mura che portano il nome di « Mogher-Greghi » mura dei Greci.

Questa storia della sommersione d' Is merita che ci soffermiamo un istante, benchè i documenti che noi riuniamo qui per la prima volta sotto gli occhi dei nostri lettori, siano così numerosi che tutti i nostri sforzi tendono, come si può accorgersene, a limitare con parsimonia il nostro racconto a questi documenti stessi, affine di non prolungar di troppo questo capitolo, che è tuttavia di un'importanza di primo ordine. Esponiamo in poche parole questa tradizione che ha un alto significato.

« È sulle rive desolate della baja de' Trapassati (Finisterre) che si rinvengono le vestigia dell'antica città. Molte strade antiche vanno a finire oggidì nel mare e si prolungavano in passato nella baja di Douarnenez. Le tradizioni bretone raccontano che la città d'Is era protetta contro l'Oceano da dighe potenti, le cui chiuse erano aperte una volta al mese sotto la presidenza del re, per dar passaggio alla sovrabbondanza dei corsi d'acqua. La città era di una magnificenza eccessiva, il palazzo sontuoso, e la Corte dedita ad ogni sorta di piaceri. La figlia del re, la principessa Dahut, era bella, civettuola e licenziosa, e, nonostante l'austerità paterna, si dava a folli orgie. Gradlon aveva promesso d'interporre la sua autorità, e di por freno agli scandali di sua figlia, ma l'indulgenza paterna aveva sempre avuto il sopravvento nel suo cuore. La giovine principessa formò un complotto per impadronirsi dell'autorità reale, e il vecchio re non tardò ad essere relegato nel fondo del suo stesso palazzo. Essa presiedette alla cerimonia e perfino all'apertura delle chiuse, ed ebbe la fantasia di aprirle essa stessa in un giorno di grande marea!... Era la sera; il re vide giungere davanti a lui San Guénolé, l'apostolo della Bretagna, che veniva ad annunciargli l'imprudenza della figlia; il mare penetrava nella città, la tempesta lo spingeva davanti a sè, e non v'era omai più che a fuggire, essendo la città intera destinata a disparire. Gradlon volle ancora salvare la figlia sua dalle conseguenze della sua folle imprudenza; egli mandò a cercarla, la prese in groppa al suo cavallo (vedi figura a pag. 273) e seguìto dai suoi ufficiali si diresse verso le porte della città. Al momento in cui le oltrepassava, un lungo muggito risuonò dietro a lui; egli si rivolse e mandò un grido! Al posto della città d'Is si estendeva una baja immensa, sulla quale si rifletteva la luce delle stelle. Ma già le onde frementi arrivavano fino a lui. Esse stavano per raggiungerlo ed atterrarlo, nonostante il galoppo dei cavali, allorchè una voce gridò: « Gradlon! se non vuoi perire, sbarazzati del demonio che porti con te ». Dahut, atterrita, sentì le sue forze abbandonarla: un velo si stese sui suoi occhi; le sue mani, che stringevano convulsamente il petto del padre suo, si agghiacciarono e ricaddero senza forze; essa cadde travolta nei flutti. Non appena le onde l'ebbero inghiottita, che si arrestarono. Quanto al re, egli arrivò sano e salvo a Quimper, e si stabilì in questa città che divenne la capitale della Cornovaglia. »

Questa che raccontiamo è indubbiamente una leggenda; ma essa ricopre un fondo di verità: la sommersione incontestabile di una grande città al V secolo dell'èra nostra.

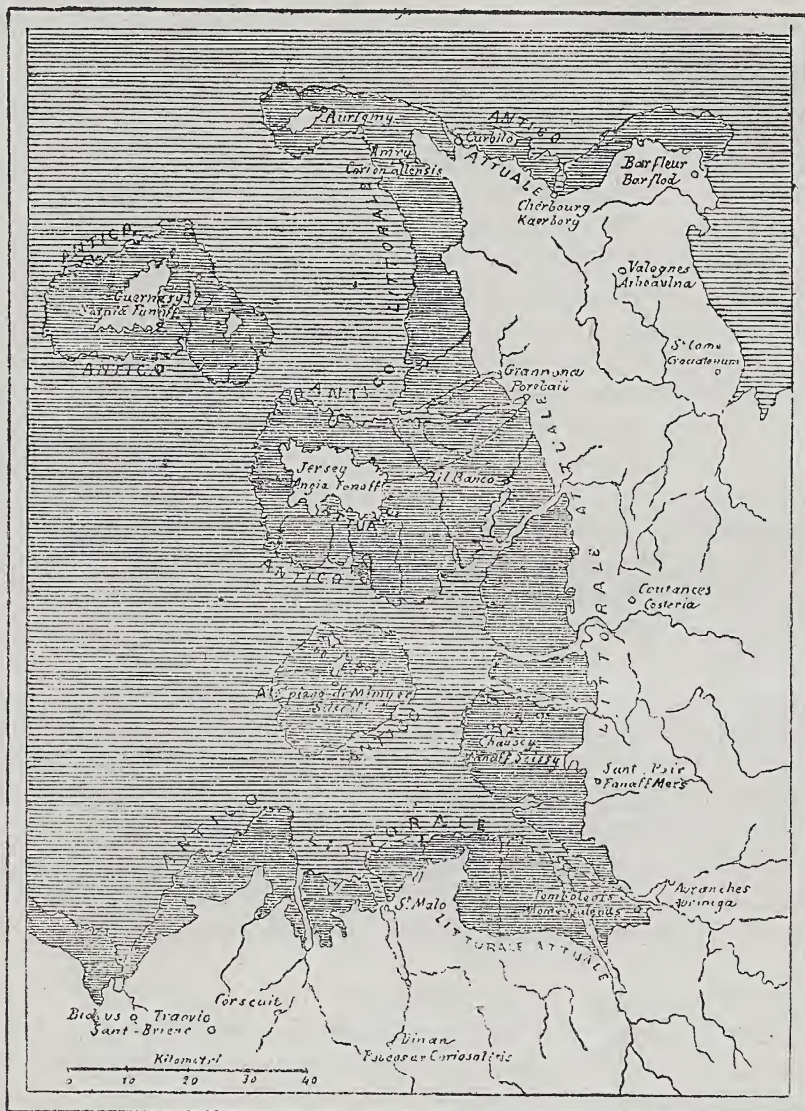



Fig. 143. — Carta delle invasioni del mare in Normandia e Bretagna, secondo il documento antichissimo trovato nel 1714 da Deschamps-Vadeville al Monte San Michele.

Alla città d'Is si può aggiungere come esempio di regioni sommerse dalle invasioni del mare, la città di *Herbadilla*, vicino a Nantes, di cui parla Gregorio di Tours (essa era sotto la sua giurisdizione) e che fu inghiottita a' suoi tempi, verso il 580; — quella di *Tolento*, non lunge da

Brest; — quella di *Nazado*, vicino a Erquy, — quella di *Gardoine*, nella pianura di Dol, che disparve ai tempi di Carlomagno. Dalla foce della Loira fino al Finisterre, non vi è una costa ove non si rinvengano vestigia d'abitazione. Il litorale del Morbihan parrebbe essersi abbassato di cinque metri a Closmadeuc.

Vi erano foreste sulla riva di Dunkerque, occupanti le spiaggie bagnate oggidì dal mare. La spiaggia d'Etaples conteneva un numero così grande di alberi sepolti nella sabbia, che lo Stato ha messo in aggiudicazione il diritto di estrarli. Fondazioni romane furono scoperte a Sangatte. Si rinvennero all'ovest di Calais i resti d'una foresta sommersa, in mezzo alla quale si sono riconosciute ossa di bisonti (auroch), e conchiglie d'acqua dolce, ciò che prova come, in un'epoca geologica recente, la costa era più elevata che non ai giorni nostri. A quest'epoca, al principio del periodo quaternario, il passo di Calais non era ancora aperto alle acque dell'Oceano che si precipitano nelle acque del mare del Nord; l'Inghilterra era tuttora congiunta alla Francia.

Il Belgio e l'Olanda discendono lentamente; il suolo delle città edificate non lontano dalla spiaggia è al disotto del livello del mare, anche durante le più basse maree: in molti punti, il livello delle alte maree sorpassa il tetto delle case. Se queste regioni sono ancora continentali e abitate, esse lo devono, non alla natura, ma alle dighe costrutte dagli uomini, e ciò dopo l'origine stessa della storia dei « Paesi Bassi » che una mirabile perseveranza va conservando contro le minaccie dell' elemento marino. Se ne avrà una giusta idea, ricordandosi dei principali fatti di simil ordine, compiutisi su queste spiagge:

Il golfo dell'Atois, in fondo al quale si sono trovate medaglie romane frammiste alla torba, si è formato dal III al IV secolo dell'èra nostra, da Calais a Saint-Omer e Nieuport.

Nel dodicesimo e tredicesimo secolo, distruzione della spiaggia dei Paesi Bassi; centoquarantamila vittime;

Nel 1282 invasione del mare nel lago Flevo, formazione dello Zuyderzée.

Nel 1321, centomila vittime in Olanda;

Nel 1421, settantadue villaggi inghiottiti alla foce della Mosa;

Nel 1427, cinquantacinque altri villaggi sommersi in Olanda, e tredici nel paese di Dol;

Nel 1503, il mare arriva fino a Bruges;

Nel 1570, rottura delle dighe della foce della Mosa; centomila vittime;

Nel 1531, estensione del mare di Harlem;

Nel 1717, nuova irruzione in Olanda; dodicimila vittime; l'abbassamento del suolo è di diciassette metri al disotto dell'alta marea;

Nel 1775, nuova irruzione e nuovi disastri;

Nel 1834, fine del nord-strand danese.

Le cronache dei Paesi Bassi hanno conservato le cronache più desolanti di queste terribili invasioni del mare su di un suolo che discende sempre. Nei soli anni 1421, 1427 e 1446 più di duecento villaggi della Frisia e della Zelanda furono inghiottiti. Per molto tempo si continuò a veder spuntare dalle acque la sommità delle torri e le punte dei campanili (fig. 144). Dopo i *Commentari di Cesare*, tutti i racconti vanno d'accordo intorno a tutta questa regione. L'isola dei Batavi, abitata al tempo di Tacito, è oggidì al disotto delle basse maree.

Non è raro l'imbattersi in queste rovine inghiottite. Nel 1869, noi stessi

PEULOT.SC

Fig. 144. — Villaggi di Zelanda inghiottiti sotto l'irruzione del mare.

abbiamo visto alla foce dello Schelda, dal ponte del battello che faceva il servizio di Aversa, delle rovine assai distinte, sommerse ad una grande profondità.

Il suolo si abbassa parimenti sul litorale dei dipartimenti del Nord e del passo di Calais. A Calais le strade non si trovano più che ad un metro al disopra delle alte maree, e il suolo coltivato scende fino al limite dei flutti: a Dunkerque, l'altezza delle strade non è più che di sessanta centimetri, e i campi sono lavorati fino a un metro dal mare, di basso in alto; a Furnes, a Ostenda, le strade sono ancora più basse, e il livello dei polders (1) non cessa di abbassarsi; in vicinanza delle bocche dello Schel-

(1) Così si chiamano in olandese i più bassi lavori di difesa delle dighe contro i flutti.
Nota del Trad

da, questo livello è di tre metri e mezzo al disotto delle alte maree; durante le forti tempeste dell'ovest, l'onda di andata più lunga ed alta è, sulla spiaggia d'Olanda, a cinque metri e mezzo al disopra del selciato d'Amsterdam.

Lo Zuyderzée, o mare del Sud, che si estende su 196 670 ettari al nord-est di Amsterdam, e non ha che esigue profondità (da uno a otto metri), non è stato formato che al tredicesimo secolo. È probabile che l'opera dell'uomo lo disseccherà per farlo servire all'agricoltura, come si è riesciti

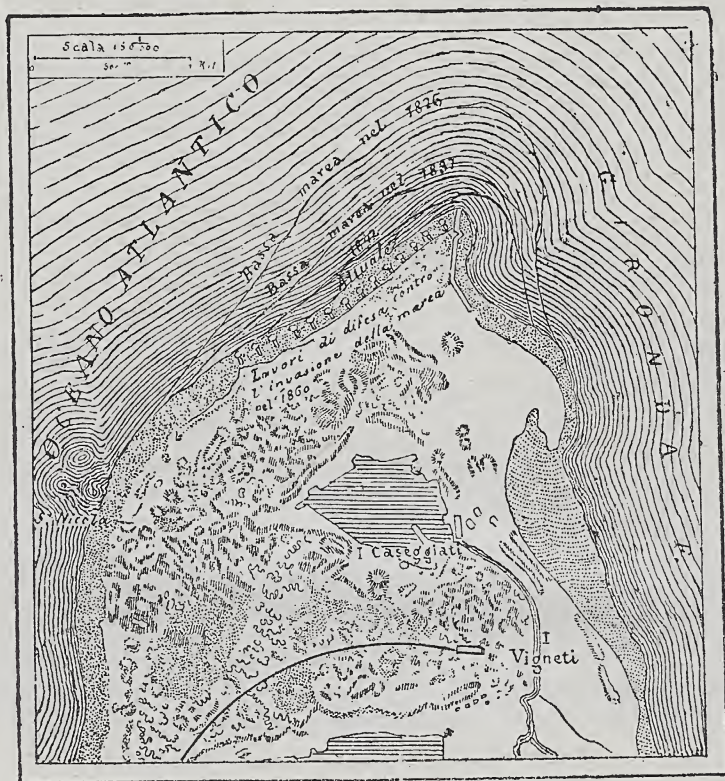



Fig. 145. — Le invasioni del mare alla punta di Grave.

a fare pel mare d'Haarlem, che misurava nondimeno ventun chilometri di lunghezza su dieci di larghezza e quattro metri di profondità, e conteneva 724 milioni di metri cubi. La sua formazione è recente affatto. Al tempo di Tacito, il suo posto era occupato dalla terraferma e da molti laghi, il più grande dei quali è designato da Pomponio Mela sotto il nome di lago Flevo. A quest'epoca, l'Issel si gettava in queste acque interiori, e, continuando il suo corso, raggiungeva il mare del Nord tra le isole chiamate oggidì Vlieland e Schelling. Fu nel tredicesimo secolo che il mare invase questi laghi, sommerse queste terre e colmò lo Zuyderzée.

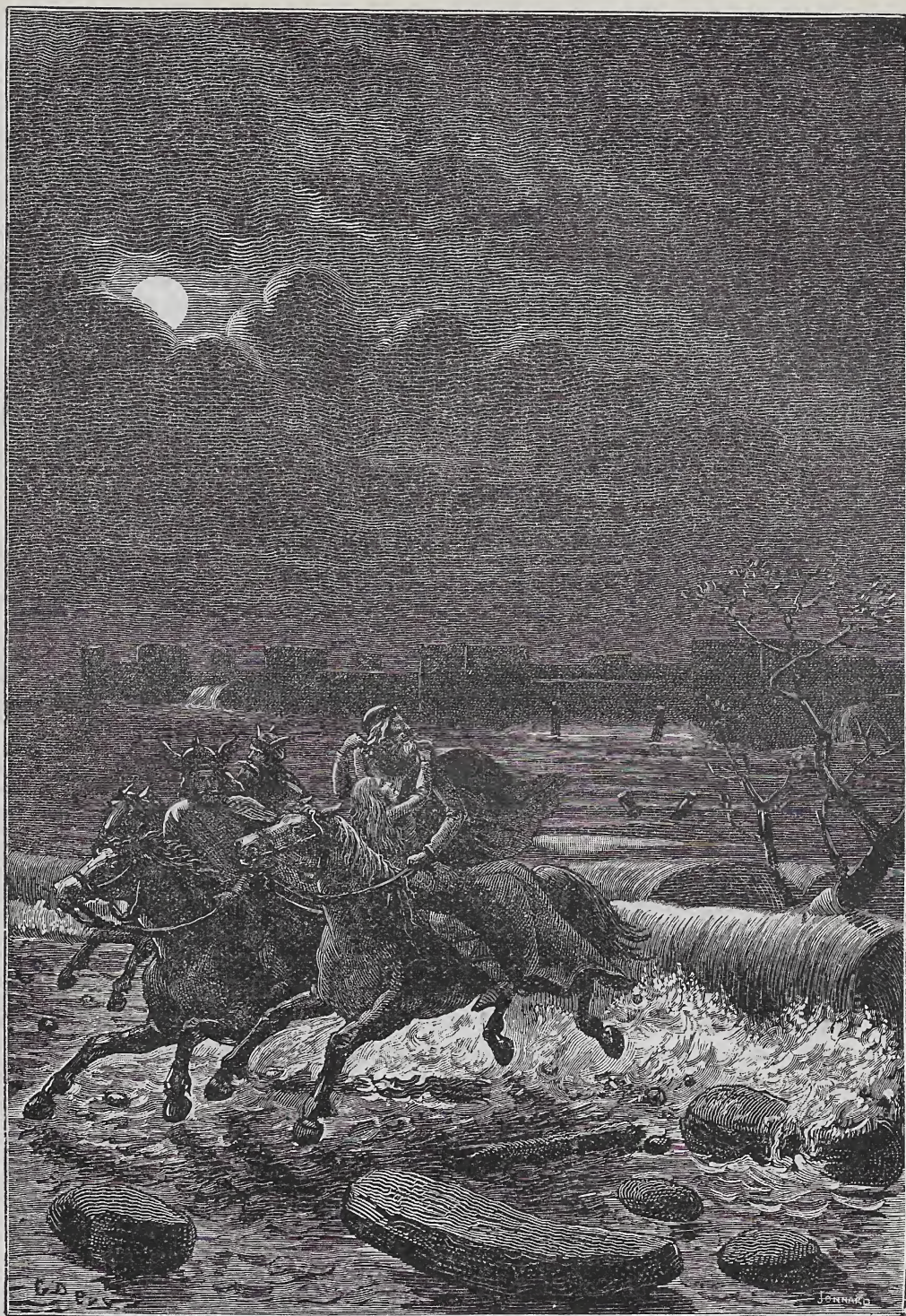



Fig. 146. — Sommersione della città d'Is, capitale della Cornovaglia (Baja dei Trapassati) al quinto secolo dell'èra nostra.

Prima dello Zuyderzee esisteva sul litorale dell'Olanda una catena di ventitrè isole, resti probabili d'un'antica terra sommersa. Non se ne ritrovano in oggi che sedici frammenti, erosi, disseminati e abbassantisi di anno in anno.

Fatti analoghi si osservano sulle spiaggie dell'Oceano, alla foce della Gironda. Basta paragonare le carte idrografiche compilate nel 1752 con quelle del 1842, per constatare che in questo intervallo di tempo così breve (90 anni) il mare ha occupato 1200 metri alla punta di Grave (figura 145). Nel 1774, la linea dell'alta marea a Soulac era a 950 metri dalla chiesa; nel 1818, essa era a 650 metri; e nel 1865 a 560 metri solamente.

Lo scoglio di Cordouan (fig. 147) su cui si eleva la celebre torre, faceva altra volta parte del continente; nell'anno 1500 non ne era ancora separato, a marea bassa, che da un passaggio stretto e guadabile. Oggidì la sua distanza dalla riva è di sette chilometri, e non si può approdare alla torre che durante le basse maree. Di secolo in secolo questa regione s'è andata restringendo per non essere più che uno scoglio scoperto a bassa marea. Si è perfino potuto misurare in una maniera esatta, matematica, quale sia stato il tasso dell'abbassamento annuo. Infatti, essendo andata costantemente diminuendo la portata dei fuochi del faro di Cordouan, in causa dell'abbassamento graduale del fanale stesso, fu necessità rialzare di nuovo la torre, per dare alla luce la stessa portata d'un secolo fa. L'abbassamento del suolo è di tre centimetri per anno, ossia tre metri per secolo.

La punta di Grave è un esempio tanto più notevole dell'invasione del mare, inquantochè il lavorìo dell'erosione delle onde vi è aiutato dall'abbassamento del suolo. Dal 1826 al 1860, la spiaggia si è arretrata di 750 metri. Continuando l'opera sua, il mare avrebbe distrutto in oggi tutta la punta e cangiato il letto della Gironda, aprendogli una seconda foce, se immensi lavori di difesa, spesso rovesciati dalle tempeste, ma sempre riparati con intelligenza e perseveranza, non avessero, dal 1860 in qua, opposto un efficace ostacolo alle conquiste del liquido elemento. Tutte le costruzioni, elevate fin dal principio del secolo all'estremità della punta, hanno dovuto essere successivamente demolite e riedificate nell'interno della penisola. L'antico forte che proteggeva l'entrata della Gironda fu rovesciato dalle onde, e si scorgono ancora, nelle più basse maree equinoziali, alcuni cannoni giacenti nella sabbia. L'altezza dell'acqua è attualmente di dieci metri lungo la linea della spiaggia del 1826. Dal 1818 al 1846, la larghezza dello stretto che separa Cordouan dalla penisola del Basso Médoc s'era accresciuta esattamente di un decimo. Alla fine del XVI secolo, allorchè Luigi di Foix lavorava alla costruzione del faro di Cordouan, l'isola era abbastanza grande per albergare tutto un villaggio d'operai; attualmente non è più che uno scoglio visibile a marea bassa. — Non ostante tutti gli sforzi, il suolo, reso il-

lustre ed arricchito dai migliori vinaiuoli di Francia, diminuisce disgraziatamente di secolo in secolo.

L'isola d'Aix, in faccia a Rochefort, sino allora congiunta al continente, se ne è distaccata verso l'anno 1400; oggidì essa ne è distante di più chilometri.

È la stessa cosa ad Arcachon e sulla costa delle Lande fino alla Spagna. L'invasione del mare è assai sensibile a San Giovanni di Luz. La città si estendeva altre volte al nord: un convento di benedettini, che occupava questo quartiere, è sommerso e distrutto, ad eccezione di due pozzi, le cui opere di muratura hanno resistito, e dove si può ancora avere acqua dolce. Il mare s'inoltra di due metri per anno.

Nel Mediterraneo, all'estremità dell'Adriatico, Venezia è un esempio dell'abbassamento graduale del suolo; si può calcolarlo in metri 0,155 per secolo. Il lastricato della piazza San Marco, che è già stato rialzato, è di tratto in tratto sommerso dalle acque che arrivano per infiltrazione all'epoca delle alte maree; nel 1873, abbiamo misurato noi stessi uno spessore d'acqua di 20 centimetri al di sopra delle pietre del selciato. Nel 1732, lo si è rialzato di 34 centimetri al di sopra dell'antico pavimento di mattoni.

Parimente non si può più conservare alcun dubbio a riguardo dell'abbassamento graduale del suolo dell'Olanda, del Belgio, della Normandia, della Bretagna e di una parte del litorale oceanico della Francia. Qual è la misura di questo abbassamento? Gli uni (Quénault) lo calcolano di due metri per secolo, e conchiudono che in dieci secoli la Normandia e la Bretagna si saranno abbassate di venti metri, che « tutti i porti della Manica e dell'Oceano saranno distrutti » e che, poco più tardi, « Parigi sarà diventata una città marittima, per essere poi inghiottita in una ventina di secoli »; il qual apprezzamento sembra troppo esagerato. Gli altri (Chèvremont) sono meno allarmisti, e riferiscono a una data sette volte più lontana gli effetti che abbiamo testè descritti. Ma non si tratta che d'una questione di misura. Il *fatto* in sè stesso è d'ora innanzi acquisito alla scienza. In un certo numero di secoli, *Parigi* sarà diventata *porto di mare* per l'opera stessa della natura, poi questa contrada discenderà lentamente sotto le acque del mare, a meno che questo movimento di depressione non si fermi per cangiarsi in oscillazione contraria, ciò che è possibile, ma che nulla ci autorizza a prevedere. Attualmente la Senna a Parigi non è che a 26 metri al di sopra del livello medio del mare. Allora un esploratore sottomarino distinguerebbe, nella mezza luce delle acque, le rovine di ciò che fu Parigi (figura 149). In quei secoli venturi, tuttavia, il Pantheon, l'Osservatorio, l'arco della Stella, gli edifici futuri di Montmartre, del Père-Lachaise. delle Buttes-Chaumont e del Monte Valeriano, dominerebbero il mare parigino come gli ultimi testimoni dell'età svanite. Ma è probabile al massimo grado che questa splendida capitale non abbia a vivere così

a lungo, e che fra quattro, cinque o seimila anni da noi, essa sia già dimenticata pel cangiamento dei focolari di civiltà, e il trasferimento loro al di là dell'Atlantico.

Abbiamo in ciò altrettante testimonianze dell'*abbassamento* del suolo. Nella gran maggioranza dei casi segnalati, questo abbassamento è certo, e in ispecial modo in quanto concerne l'Olanda, la baja del monte San Michele, Venezia, Cordouan, ecc. In altri casi, l'abbassamento del suolo si complica coll'erosione della spiaggia per mezzo delle onde del mare.

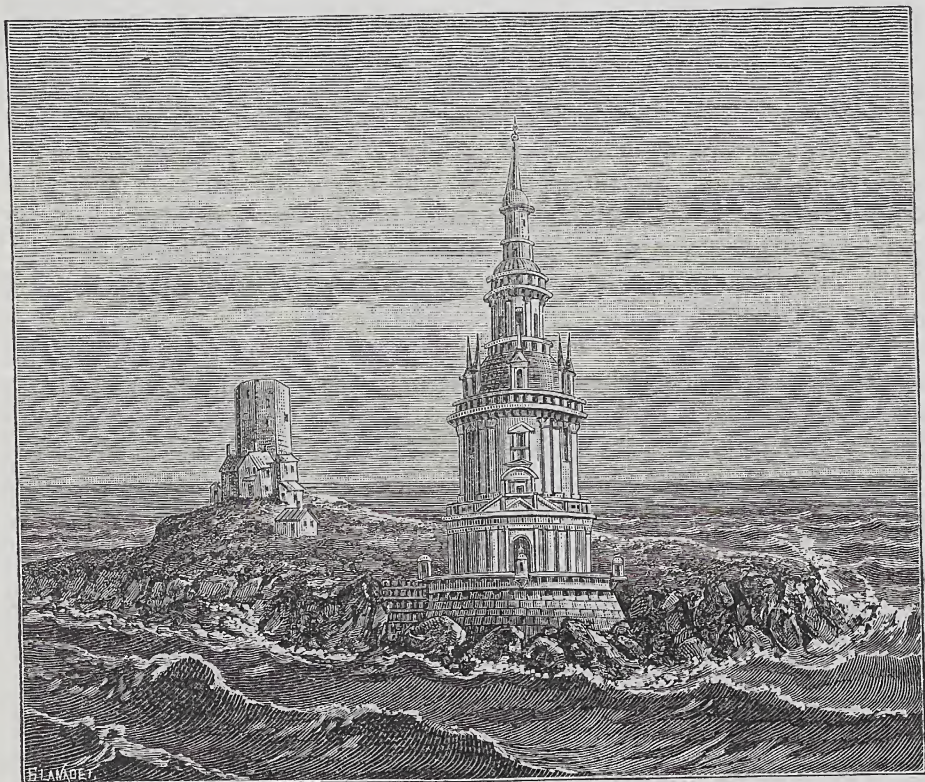



Fig. 147. — Il faro di Cordouan e la sua isola al dodicesimo secolo.

In altri casi ancora esiste questa sola erosione, e l'estensione delle acque non prova sempre un cangiamento di livello; ne sia esempio il capo della Hève.

Come vedemmo, indipendentemente da ogni cangiamento di livello, il litorale è eroso quasi dappertutto laddove la scogliera è minata dal mare. In Inghilterra, la costa che circonda l'estuario del Tamigi offre numerosi esempi dello stesso genere. L'isola di Sheppey, nella contea di Kent, perde quasi un ettaro ogni anno, ed ove continui la degradazione attuale, non è lontano il tempo in cui l'isola intiera sarà distrutta. Più

lunge, verso l'est, si vede la chiesa di Riculver, che era a 1600 metri dal mare all'epoca di Enrico VIII. Nel 1781 rimaneva ancora uno spazio considerevole tra il muro del cimitero e la scogliera; nel 1804, andò rovinata una parte del cimitero; nel 1831, Lyell vide delle ossa umane

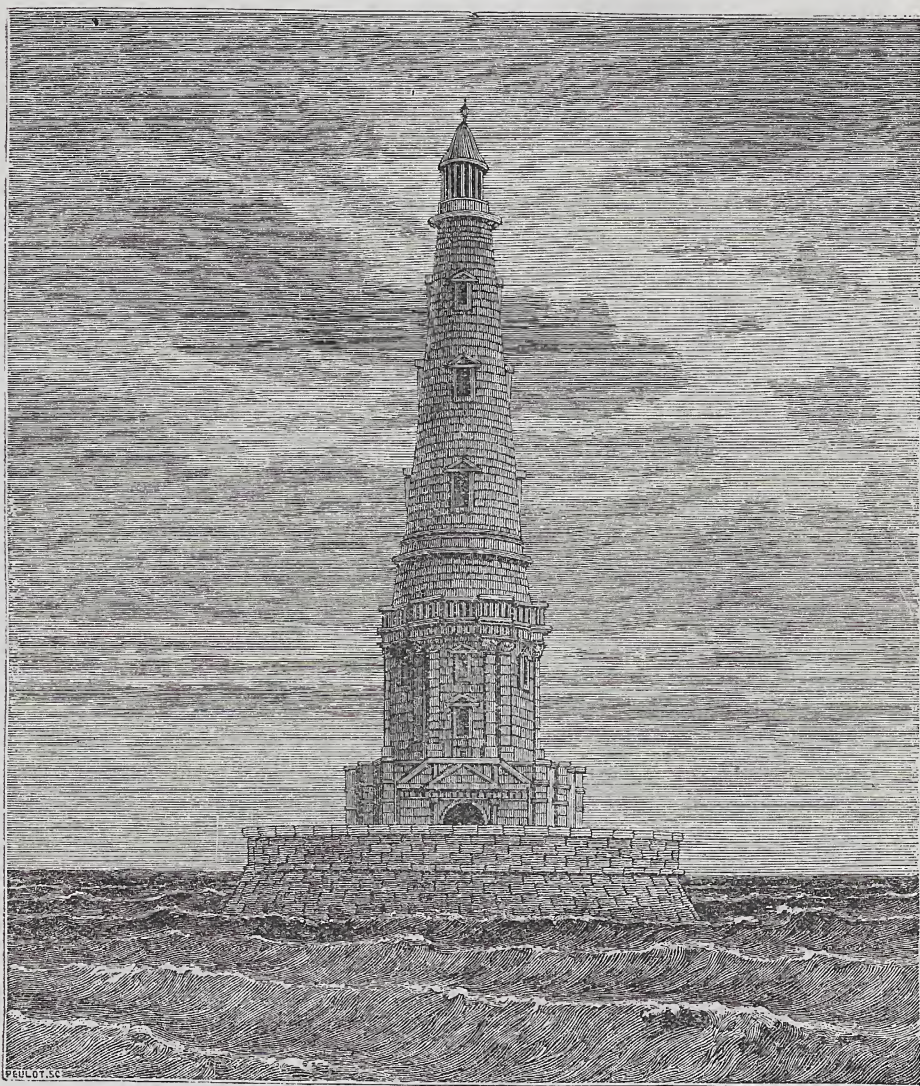



Fig. 148. — Il Faro di Cordouan quale è oggi.

e un frantumo di cassa di legno uscir fuori dalla scarpa del terreno franato; oggidì la chiesa, abbandonata da lungo tempo dal culto, non sussiste che mercè una diga artificiale di pietre e pali che la protegge. Riproduciamo più innanzi due figure prese nel 1781 e nel 1834, che dimostrano assai bene questa usurpazione del mare.

Sulla costa di Suffolk, la città di Dunwich, che fu altre volte il porto più importante di questa regione, venne completamente distrutta in seguito alla erosione delle scogliere su cui era edificata. La distruzione incominciata nel secolo IX, era finita del XVIII.

Ad Harwich, a Folkstone, a Saint-Léonard, ad Hastings, a Newhaven la spiaggia è erosa dal mare, che s'inoltra in alcuni punti più di cento metri per secolo.

L'erosione di certe coste inglesi è in oggi conosciuta tanto bene, che se ne tien conto negli atti di vendita, calcolandola in media ad un metro per anno.

Si possono constatare trasformazioni analoghe su tutte le spiaggie. A Gallipoli (Turchia Europea), al nord dei Dardanelli, fra l'altre, è noto un esempio assai notevole (fig. 152) dell'erosione secolare del litorale per opera dei flutti del mare.

L'uomo può talvolta mettere un freno alla distruzione delle scogliere impedendo alle onde di giungere fino alla loro base, e di minarla. Non lontano da Douvres si rizza il celebre scoglio che gli Inglesi hanno consacrato a Shakespeare in memoria della bella descrizione ch'egli ne ha data nel *Re Lear*. Per mettere in salvo questo promontorio storico, le coste vicine, le case che esse portano, la ferrovia, ecc., si fece saltare colla mina tutta la parte superiore della roccia, la cui base era rovinata, press'a poco un miliardo di chilogrammi, i quali, mandati in aria da novemila chilogrammi di polvere, crollarono con fracasso, e crearono un banco di sette od otto ettari, che forma scarpa, e arresterà per parecchi secoli la distruzion della scogliera erosa già per quasi due chilometri da ben diciotto secoli.

Se l'erosione del mare lungo le scogliere dei continenti è sensibile da una generazione all'altra, e quasi d'anno in anno, con maggior ragione si può seguire più facilmente l'opera assidua sulle scogliere delle isole. Certe isole dirupate, altre volte assai vaste, sono ora quasi interamente scomparse. Nel mare del Nord, per esempio, si può citare l'isola di Helgoland, composta di arenarie variegate, circondata su tutta la sua circonferenza da una scogliera di sessanta metri d'altezza. Nell'undecimo secolo, essa si estendeva su di uno spazio di 900 chilometri quadrati, ed era un'isola assai fertile, ricca in cereali, in bestiame ed in volatili. Al giorno d'oggi non rimangono più che un banco di due chilometri di lunghezza su seicento metri di larghezza in media, qualche magro pascolo ed alcuni campi di patate. Noi potremmo indicare un gran numero d'altri esempi analoghi.

Se da una parte il mare fa invasione sulla terraferma, dall'altra, e in ben molte regioni, la terraferma fa invasione sul dominio marittimo. Noi abbiamo già citato come esempi le foci dei fiumi. Eccone altri che sembrano ascrivibili ad un sollevamento del suolo.

In Bretagna, fra la Loira e la Vilaine, il borgo di Batz, ancor oggi

tanto curioso a vedersi, il Croisic e il Pouliguen formavano in passato un'isola. A poco a poco, lo spazio compreso fra l'isola e la terraferma s'è convertito in paludi. Strabone riferisce che quest'isola era abitata da sacerdotesse Sannite, dedite a tutte le pratiche d'una religione crudele ed insensata. Le saline litorali *(marais salants)* sono state abbandonate dal mare. Vi fu forse una sommersione a mezzo di sabbie.

A Carnac, il celebre paese dei menhirs (1), secondo i confronti da noi fatti, il mare si ritira lentamente.

A Hennebont, il piede delle torri dell'antica cinta era altre volte ba-

Fig. 149. — Parigi sotto le acque.

gnato dal mare. Si produsse colà, sul Blavet, lo stesso effetto che ad Harfleur sulla Senna.

A Brouage, non lontano da Rochefort e dalla foce della Charente, il mare si è ritirato e ha fatto luogo a saline litorali. Si attaccano in oggi le bestie da soma agli stessi anelli a cui i marinai amarravano un giorno le imbarcazioni di Richelieu all'epoca dell'assedio della Roccella (1627).

(1) Monumenti megalitici dei tempi preistorici, consistenti in pietre o macigni di grandi proporzioni, rizzati ad arte nell'epoca neolitica o di Robenshausen dalle popolazioni primigenie. *Nota del Trad.*

La cittadella di Brouage, ora abbandonata in causa della sua insalubrità, non riceve più nei suoi fossati che le acque delle più forti maree.

A Rochefort i cantieri di costruzione, stabiliti fin dal tempo di Luigi XIV, sarebbero troppo alti oggidì di circa metri 1,25; inoltre nelle paludi salifere che producono quei cumuli bianchi di sale marino che nulla preserva dall'azione delle pioggie, si riconosce che di anno in anno il suolo si solleva e che, per far entrare le acque madri che devono dare il sale, si è obbligati di avvicinarsi alla costa, lasciando così una linea di an-

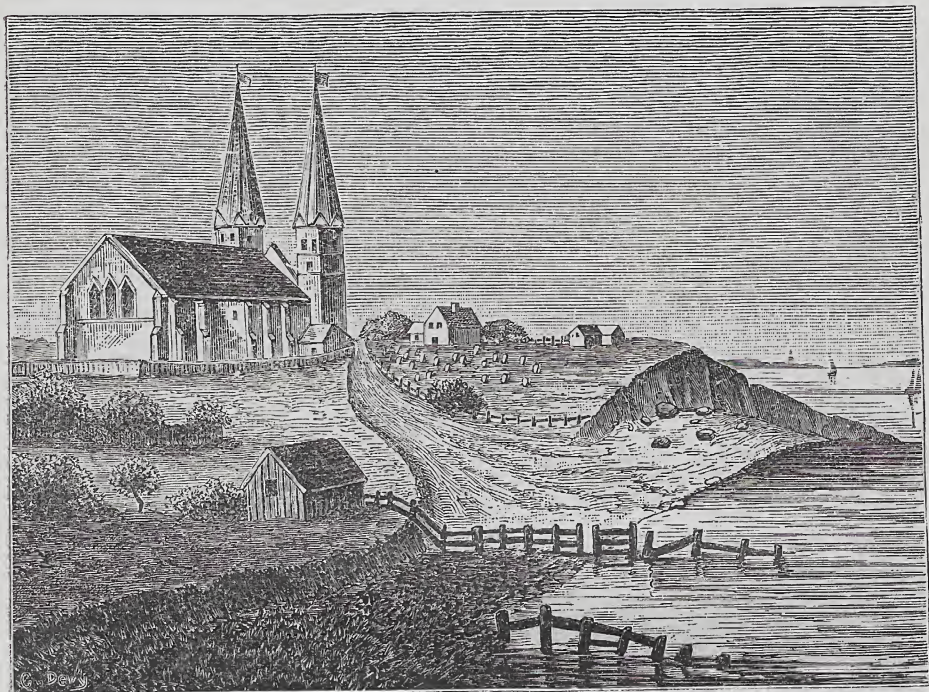



Fig. 150. — Le usurpazioni del mare: la chiesa di Reculver nel 1781.

tichi bacini di evaporazione, che, sotto il nome di *paludi giovani*, forma una larga lista dietro i bacini che sono oggidì in lavoro.

Al sud della foce della Loira, l'isola di Noirmoutiers, in antico tutta circondata dal mare, è oggidì una penisola a marea bassa, e si allarga in seguito a deposito di sabbie. È la stessa cosa dell' isola di Bouin. Da cento anni, il comune di Bourgneuf ha guadagnato cinquecento ettari. L'insenatura dell'Aiguillon parrebbe essere il resto dell'antico golfo del Poitou, che si estendeva assai lontano nelle terre fino a Niort, Luçon e Courçon; quanto vi apportarono le alluvioni marine, i depositi della Sèvre nel territorio di Niort, della Vandea e del Lay, e fors'anco un sollevamento del litorale, hanno fatto guadagnare circa cinquecentomila

ettari al continente da un'epoca relativamente recente: si calcola che il mare abbandoni ogni anno trenta ettari, e se il movimento continua, basterà un secolo per trasformare in terra ferma ciò che l'Oceano occupa ancora del vecchio golfo del Poitou.

Sulla costa della Vandea, presso la punta dell'Aiguillon, i monaci di San Michele in Herm possedevano un immenso dominio con peschiere ed allevamenti di cavalli, che facevano ammontare le loro rendite, o piuttosto quelle dell'abate, a molte centinaia di mila franchi. Essi erano assai gelosi delle conquiste che il cangiamento della configurazione della

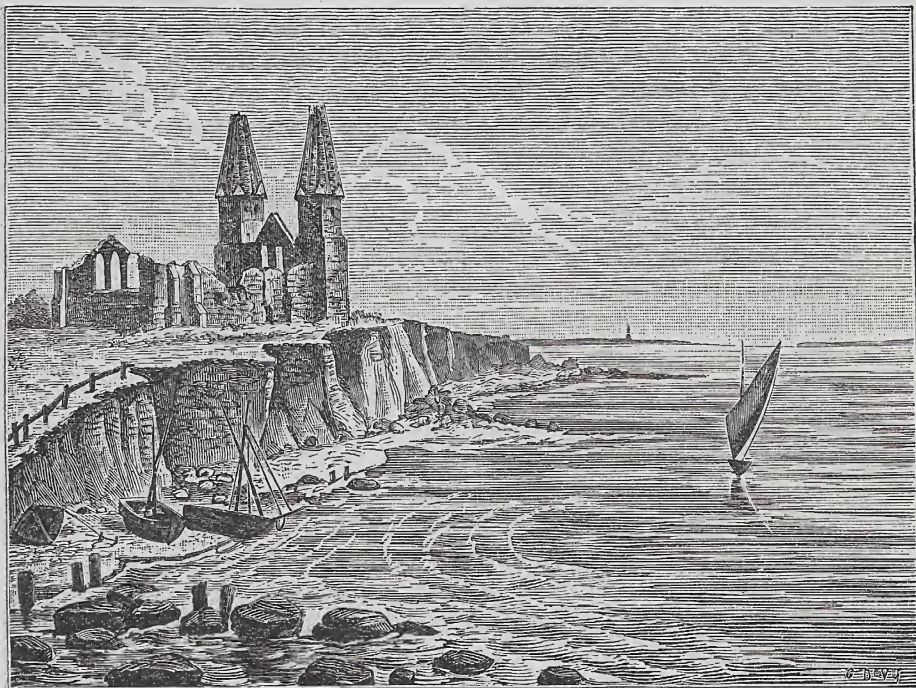



Fig. 151. — Aspetto della chiesa di Reculver nel 1834.

costa permetteva loro di fare sull'Oceano: e in tal modo, affinchè l'autorità reale non venisse a disputar loro queste estensioni di territorio, le loro tessere di proprietà portavano: *confrontando all'ovest coll'America, l'Oceano Atlantico fra i due...* Si vede che vi era una larga parte dei terreni sollevati o abbandonati dal mare. Quanto al passaggio nell'isola di Noirmoutiers, Enrico IV, che era tutt'altro che pauroso, non osò tentarlo in una sera di tempesta, e passò una notte assai incomoda nella capanna del navicellaio, benchè certe attrazioni di suo gradimento lo attendessero nell'isola. In oggi questo tragitto si fa sopra cavalli o su asini, qualunque sia il tempo.

A tutte queste cause di variazioni delle spiaggie, noi dobbiamo aggiungere altresì le dune di sabbia, spinte dal vento di mare. In certe regioni esse agiscono con una speciale attività. Sul litorale delle Lande di Guascogna, per esempio, le onde del mare gettano ogni anno sei milioni di metri cubi di sabbia! Questa sabbia, spinta dal vento, forma colline, e talora perfino vere montagne. Una di esse (quella di Lascours) si eleva fino ad 80 ed anzi fino ad 89 metri di altezza. In Africa, sulle spiaggie basse ove l'Oceano viene a bagnare il gran deserto di Sahara, le dune del capo Bojador e del capo Verde raggiungono un'elevazione di 120 a 180 metri. Si sono visti di secolo in secolo villaggi inghiottiti sotto questa fina polvere, stagni respinti gradatamente e man mano sollevati, e infine trasformazioni topografiche considerevoli. Nelle dune di Guascogna, si conoscono i villaggi di Lislan, di Lélos, inghiottiti per intero: non si trova nemmen più il posto ove erano situati. Il borgo di Mimizan è stato salvato in tempo mediante palizzate e piantagioni. Le dune della Teste si avanzano da venti a venticinque metri per anno. L'uomo le arresta oggidì mediante piantagioni che si oppongono a che il vento vi faccia presa.

Allorchè si verifica una rivalità efficace e un equilibrio medio tra il vento del mare e il vento che viene da terra, le dune rimangono stazionarie; ciò ch'esse guadagnano un giorno, lo perdono all'indomani. Ma se il vento del mare domina sensibilmente, esse guadagnano senza posa in estensione, e formano colline ambulanti che s'inoltrano inesorabilmente nell'interno delle terre. È in tal modo che nei dintorni di Saint-Pol-de-Léon (Finisterre), le dune di Santec ricoprono oggidì un cantone che fino al 1666 era abitato e fertile (fig. 153). Si vedevano ancora al principio di questo secolo il campanile ed alcuni fumaiuoli che emergevano al disopra della sabbie. Il movimento di progressione delle dune s'era elevato a 537 metri per anno! Si decise di arrestarle mediante piantagioni di pini marittimi.

A Escoublac, presso Pornichet (Loira Inferiore), noi abbiamo cercato invano, or sono alcuni anni, le rovine dell'antico borgo sepolto sotto le dune da un secolo. La montagna di sabbia è oggidì coperta di abeti. Scacciati spietatamente dall'invasione delle sabbie le quali, a grano a grano (si potrebbe quasi dire a goccia a goccia), venivano a sommergerli, gli abitanti dell'antico borgo abbandonarono definitivamente le loro dimore nel 1779, e s'installarono nel villaggio attuale, più discosto dal mare. Resta ancora un cascinale, verso il limite dell'antico Escoublac. Benchè la sommersione non si sia effettuata che con lentezza, ed abbia lasciato agli abitanti del paese tutto il tempo necessario per stabilirsi un po' più lunge, rimasero alcune tradizioni che dànno un aspetto tragico a quell'avvenimento.

Raccontavano le nonne, ancora pochi anni or sono, ai loro nipotini, che una sera due stranieri si presentarono al borgo, e vi domandarono

l'ospitalità: erano un vecchio venerabile e una giovane signora dall'aspetto onesto e riserbato, ma tanto poveri che, a petto loro, i brièrons (i poveri operai che smerciano la birra) sarebbero sembrati « negozianti ». Essi pellegrinarono di porta in porta, senza poter ottenere nè un pezzo di pane per la cena, nè una manciata di paglia per la notte. Quand'ebbero oltrepassato l'ultima casa, tutti e due si soffermarono. Il vecchio sembrava indignato e la donna piangeva, non già per essa, ma per coloro che erano stati senza misericordia. Allora ella congiunse le mani come

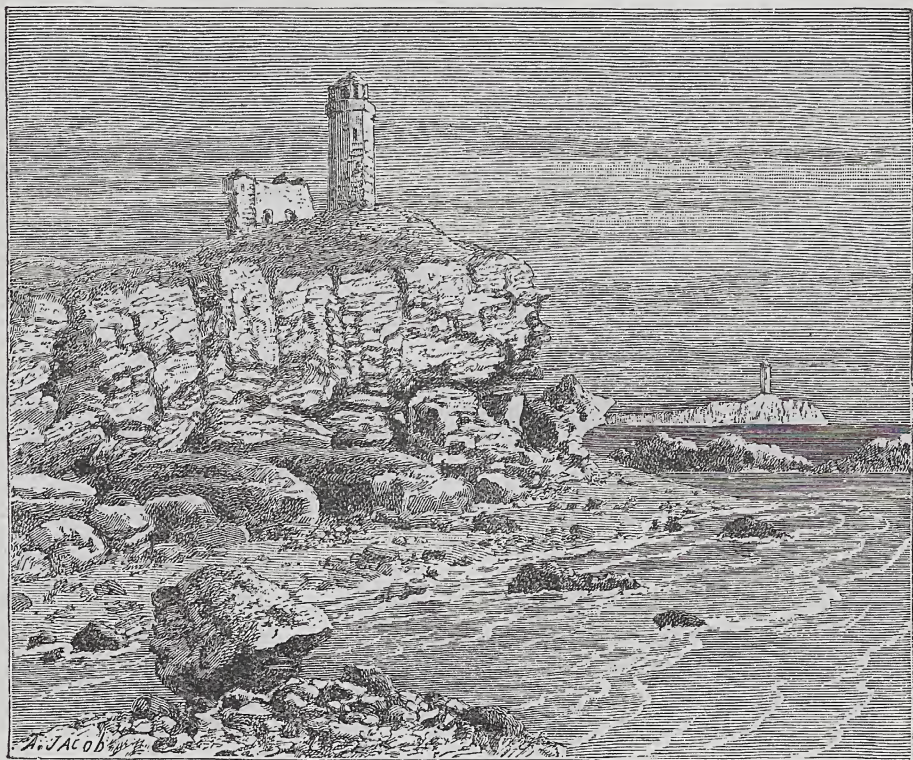



Fig. 152. — Le invasioni del mare: Spiaggia erosa dai flutti a Gallipoli.

per domandare pietà; ma il suo compagno strappò tre peli della sua barba che soffiò verso il mare, e poi la donna e lui trasvolarono nel cielo! Erano appena scomparsi che si levò un vento d'ovest tale come uno simile non ne era mai soffiato dalla creazione del mondo in poi. Esso faceva turbinare nell'aria nubi di sabbia sì dense che *un uomo durava fatica ad addentrarvi il proprio braccio*, e all'indimani, allo spuntar del sole, il borgo era scomparso. Non si scorgeva più che il gallo del campanile che si trovava a livello del suolo. La gente comprese allora che il vecchio e la povera donna, respinti alla vigilia, erano Dio padre e la vergine Ma-

ria, i quali avevano voluto mettere alla prova la popolazione di Escoublac, e che l'avevano punita della sua mancanza di carità.

La chiesa attuale d'Escoublac data dal 1782. Nel medio evo, il villaggio si chiamava *Episcopi lacus* (il lago del Vescovo), ed è probabile che il lago o stagno a cui fa allusione questo nome, occupasse il posto attualmente contrassegnato dalle paludi o saline litorali.

Il lavoro della natura sulle spiaggie è, come si sa, assai complesso. Talvolta i frantumi degli scogli, ridotti in ciottoli appiattiti, e poi in sabbia, sono portati lontano, lungo le spiaggie, dalle correnti della marea

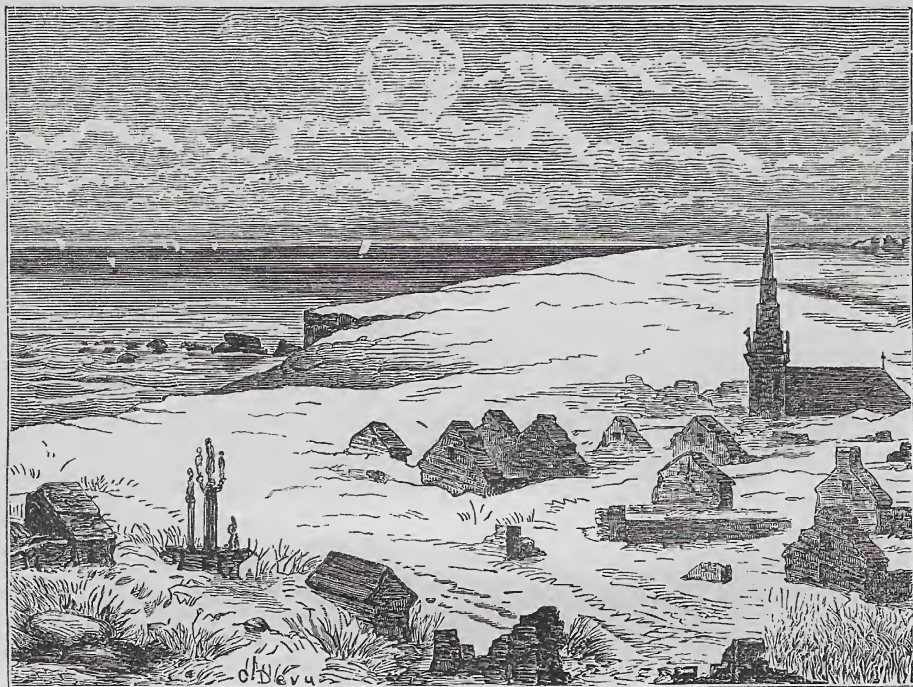



Fig. 153. — Villaggio sepolto sotto le dune.

che vanno a formare banchi e depositi. È quanto si vede sulle coste della Manica, all'imbocco della Somma, al promontorio dell'Hourdel, sulle rive delle Fiandre, dell'Olanda e dell'Inghilterra orientale. Ciò che è tolto alle scogliere dalla erosione, è restituito più lunge in banchi di sabbia e di ciottoli appiattiti. La nostra figura 154 mostra un esempio notevole di questi rimaneggiamenti delle spiaggie mediante i ciottoli piatti rigettati dal mare in cordoni successivi, quali si possono osservare a Cayeux sul litorale del dipartimento della Somma.

Sopra questo litorale, Cayeux, Saint-Valery, il Crotoy, ecc., il mare si ritira. Ancora nel tredicesimo secolo, le barche a fondo piatto potevano risalire, durante la marea, fin sotto le mura di Abbeville. Vi sono in

quella località molti antichi porti abbandonati. Le prime case edificate a Cayeux, sulla riva del mare, ne sono ora a più di trecento metri; nel 1879 l'amministrazione del demanio marittimo, considerando come ad essa appartenenti gli spazi abbandonati dal mare, ha venduto la striscia di terreno formatasi di nuovo tra il borgo e la spiaggia. Dal Crotoy fino a Boulogne, si può seguire sulle carte la ritirata graduale del mare. La Canche era navigabile nel XIII secolo fino a Valloire; Montreuil-sur-Mer era un porto; esso è a quindici chilometri dal mare; il Marquenterre è una pianura conquistata per intero sul mare, ecc.

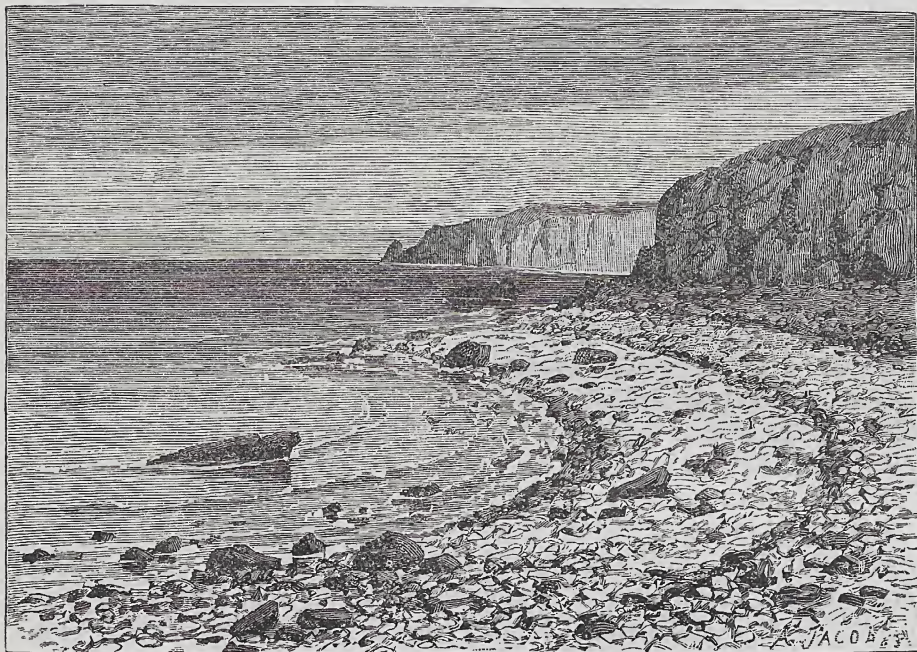



Fig. 154. — Spiaggia di ciottoli appiattiti rigettati in cordoni per opera del mare a Cayeux (Somma).

Le correnti del mare, la direzione dei venti, il corso delle sabbie trascinate alle foci dei fiumi, operando di concerto su taluni punti, modificano la loro configurazione, non sempre in una maniera regolare, ma talvolta cangiando d'andamento, secondo il variare delle circostanze. Vi è colà inoltre un nuovo aspetto della questione. Si può mettere innanzi come tipo il capo Ferret nel bacino d'Arcachon. Mercè le correnti del mare, esso s'è avanzato dal 1768 al 1826, nell'interno del mare di cinque chilometri in 58 anni, vale a dire di 86 metri per anno o di 20 a 25 centimetri per giorno! Poi il movimento s'è arrestato, la corrente ha cangiato, e il capo si è arretrato. Nel 1854, l'estremità del capo era retrocessa di 1800 metri. Al presente essa fa impeto di nuovo sul mare nella

direzione del sud. Banchi di sabbie, promontori e lagune sono trastulli per le correnti del mare. (Veggasi la fig. 155).

Ma non soffermiamoci troppo sui particolari, e ritorniamo alle oscillazioni lente del suolo.

Tra i fatti che mettono meglio in evidenza le variazioni lente, ma sicure, del livello del suolo, si devono citare la Svezia e tutta la penisola scandinava, che si eleva da un lato, mentre s'abbassa dall'altro. Fin dall'anno 1730, l'astronomo svedese Celsio (colui al quale è dovuta la graduazione del termometro centigrado) aveva concluso dalla testimonianza dei paesani e dei pescatori, che il golfo di Botnia diminuisce di anno in anno in profondità ed estensione; i vecchi gli mostravano i diversi punti della costa ove il mare arrivava al tempo della loro infanzia; i nomi di località, la posizione più o meno continentale d'antichi porti abbandonati, i resti di battelli trovati lontano dal mare, i canti popolari, non potevano lasciare alcun dubbio sulla diminuzione del mare. Questo abbassamento del livello delle acque era esso reale? Era dunque il mare che s'era abbassato o il suolo che s'era elevato? A quest'epoca era tuttora opinione unanime che il suolo era l'elemento solido e invariabile per eccellenza, e Celsio, come gli scienziati dell'epoca sua, attribuì il fatto con essi alla diminuzione delle acque del mar Baltico. L'anno seguente, nel 1731, in compagnia di Linneo, egli tracciò una linea di segnale alla base di uno scoglio dell'isola Lœffgrund, non lontano da Gefle, e tredici anni più tardi potè constatare che la differenza di livello si elevava a metri 0,18. Egli fu accusato d'empietà dai teologi di Stoccolma e d'Upsala, che affermavano l'invariabilità della creazione, e perfino il Parlamento fu chiamato a troncar di mezzo la quistione con un voto! I rappresentanti del popolo e la nobiltà ebbero il buon senso di riconoscersi incompetenti; ma il clero e la borghesia dichiararono eretica la nuova opinione, e la condannarono. E, per vero, la storia dalla vanità religiosa rimarrà sempre la più curiosa delle storie!

I teologi svedesi non impedirono tuttavia alla Terra nè di roteare, nè di cangiar d'aspetto. Dai tempi di Celsio e di Linneo si continuarono le osservazioni, e si constatò che in realtà la terra svedese si eleva sensibilmente verso il nord, mentrechè s'abbassa verso il sud. La linea di demarcazione si estende dalla costa svedese a quello dello Schleswig-Holstein, al di là di Bornholm e di Laland. Dagli ultimi rilievi topografici (1884) *la costa nord si è elevata di metri 2,10 durante i 153 anni che separano l'anno 1731 dall'anno 1884* (veggasi fig. 156).

In senso opposto, la punta estrema della penisola scandinava, la Scania (al pari dell'Jutland) si affonda gradatamente nelle acque. Antiche foreste poste alla riva del mare sono inghiottite e continuano a discendere. Molte strade di Trelleborg, Istad, Malmöe, sono in oggi riempite d'acqua: quest'ultima città s'è abbassata di metri 1,55 dalle osservazioni fatte dal 1731 in qua.

Si trovano fino a 27 metri di altezza ammassi di conchiglie marine identiche a quelle che vivono attualmente in quei mari.

Aprendo i canali che fanno comunicare il lago Mœlar col mare, vicino a Stoccolma, si misero allo scoperto antichi bastimenti interrati. Praticando un taglio in una collina, si ritrovò un'abitazione costrutta in legno, sepolta a 15 metri di profondità sotto le sabbie, le argille e la rena.

Si vedono anche in Cornovaglia e nel Devonshire (Inghilterra) foreste in via di sommersione analoghe a quelle delle coste della Scania; a marea bassa si trovano tronchi assai numerosi d'alberi svariati anneriti dalla lunga sepoltura, e si rinviene del terriccio nel quale si raccolgono nocciuole, rami, foglie e talvolta perfino il corsetto d'uno scarabeo, e delle ossa. Questi tronchi hanno tutti la posizione verticale naturale agli alberi; la sommersione deve aver avuto luogo lentamente e senza alcuna scossa.

Da Kessing a Cromer (Norfolk) una foresta di 64 chilometri di lunghezza è visibile nel mare a marea bassa, composta di tronchi d'alberi rimasti in piedi e attaccati ancora mediante le loro radici; molti fra essi misurano da sessanta a novanta centimetri di diametro, e i letti d'argille che li rinserrano contengono un'enorme accumulazione di materia vegetale. Sono visibili ogni qualvolta, a bassa marea, le onde hanno spazzato via le sabbie e i ciottoli appiattiti che li ricoprono (figura 157).

A Plumstead, a Dagenham, e in altre parti del Tamigi, fra Woolwich e Erith, si ponno riconoscere, a marea bassa, i resti di una foresta sommersa su cui il fiume scorre oggidì. È questo un fatto conosciuto del resto assai anticamente. Descritto fino dalla metà del secolo passato dal capitano Perry, esso è stato in ispecial modo studiato nel 1817 da Guekladd, e verificato nel 1833 dall'Associazione scientifica inglese; si ritrovò, al disotto di sei fino ad otto piedi d'alluvioni, un suolo formato di rami, di foglie, di tracce d'alberi e d' ossami d' animali dell' epoca attuale. Questo abbassamento è recente, come lo sono tutti i precedenti. Londra è costrutta su di un'antica foresta abitata in passato da razze d'animali di cui si rinvennero gli avanzi.

Così, su tutte queste coste, le vestigia delle foreste sottomarine sono incontrastabili, e provano l'abbassamento del suolo. Numerosi ne sono i documenti. Noi ci limitiamo ad indicarne i principali. Ora, questi fatti di depressioni e di sollevamenti non sono speciali alla nostra epoca; essi si sono prodotti in altri tempi come ai nostri giorni, e spiegano le varietà di rilievo della crosta del globo.

La Groenlandia, oggidì, coperta di ghiaccio e cosparsa di rovine, era altre volte una « terra verdeggiante » come lo indica il suo nome. Dopo i viaggi effettuati da Erik il Rosso nel 983 e nel 986, il paese, fertilissimo, almeno lungo il litorale, non tardò ad essere colonizzato. Oggidì i ghiacci ricoprono *più della metà* dei due miliardi di chilometri

quadrati che rappresentano la sua superficie. Essa si è sollevata dopo il periodo glaciale, e questo sollevamento ha portato all'altezza di 50 metri dei banchi di conchiglie identiche a quelle che vivono attualmente nel mare vicino. La spedizione compiutasi recentemente (dal 1879 al 1883) per ordine del governo danese segnala, fra l'altre, una rovina del medio evo, situata su di uno scoglio, a Igaliko, che s'è talmente abbas-

Fig. 155. — Trasformazione delle spiagge:
Stato attuale e rapidi spostamenti del capo Ferret, presso Arcachon.

sata da bagnarne il mare il piede. La costa occidentale del paese subisce un abbassamento lento, assolutamente certo, di cui la misura, tuttavia, non ci pare chiaramente espressa (1).

È poco lontana dalla Groenlandia che si trova sulle antiche carte ma-

(1) Veggasi il *Journal des savants*, giugno 1885, pag. 364: « Questo abbassamento è stato a Lichtensfeld, dopo il 1789, di metri 1,88 a metri 2,51. » — Si vuol con ciò dire che l'abbassamento era già stato misurato a metri 1,88 nel 1789, ed è oggidì di metri 2,51, o che dal 1789 in qua è eguale ad una quantità compresa fra metri 1,88 e metri 2,51?

rine, verso il 57° di latitudine e il 30° di longitudine, « la Terra sommersa di Buss » di cui non si rinviene più alcuna traccia oggidì. Vi sono attualmente in quella località 748 braccia d'acqua, al di sopra di una montagna sottomarina, d'ogni intorno alla quale la profondità discende fino a 2100 braccia da una parte e dall'altra. Tuttavia, ancora nel 1777, le carte marine segnalavano in quel luogo uno scoglio pei navigatori.

Fig. 156. — Sollevamenti e abbassamenti constatati in Svezia.

Questo scoglio datava senza dubbio dal secolo precedente. Risalendo più oltre abbiamo nel XIV secolo, l'anno 1380, la relazione di due nobili veneziani, Nicola e Antonio Zeni, i quali, travolti in una tempesta, furono colà raccolti da una popolazione cristiana, che abitava una grande isola, l'ovest Friesland, sulla quale esistevano « cento città e cento villaggi ». Quell'isola era dessa la terra sommersa di Buss, o una parte

essa stessa della Groenlandia? La storia è muta in argomento. Ma, secondo ogni probabilità, vi era in quel luogo un'isola sommersa.

Ognuno può rendersi conto del complesso di questi grandi movimenti d'oscillazione del suolo dall'esame della carta qui appresso (fig. 158) sulla quale sono indicati i cangiamenti meglio constatati. Vi si vedono abbassarsi la costa occidentale della Groenlandia, l'estremità meridionale della Svezia, la Prussia, l'Annover, l'Olanda, il Belgio, la Fiandra, la Picardia, la Normandia, la Bretagna (eccettuato il territorio dal Blavet alla Loira; la Vandea, il Poitou, la Saintonge, parrebbero piuttosto elevarsi che abbassarsi), le Lande e la Guascogna fino alla Spagna: il litorale dell'Ardiatico, il delta del Nilo e la regione del canale di Suez, le bocche dell'Indo, e il delta del Gange. — Nelle Americhe, la costa orientale dell'America del Nord, tra la Florida, Terra Nuova e il Brasile, dalla foce delle Amazzoni fino al Pornahyba: la vallata delle Amazzoni s'è lasciata invadere dall'Oceano fino a 500 chilometri, e le Ande, su cui è posta Quito, parrebbero discendere lentamente. — Su questa stessa carta si osserverà, all'opposto, che lo Spitzberg, la costa orientale della Siberia, la Norvegia e le Alpi di Scandinavia, la Scozia, la Sardegna, la Tunisia, le due rive del mar Rosso e il Turkestan sono in corso di sollevamento.

L'Inghilterra era in passato riunita alla Francia. La costituzione geologica dei terreni è la stessa dall'una parte e dall'altra dello Stretto; le stesse formazioni vi corrispondono, e i sollevamenti osservati in Francia nel rilievo del suolo hanno continuazione in Inghilterra dall'altro lato della Manica. L'Inghilterra non contiene in proprio una sola pianta, un solo animale che non sia venuto dal continente. È al passo di Calais che s'è effettuata la riunione delle acque dell'Atlantico con quelle del mare del Nord: la distanza dalla riva francese alla riva inglese ancor oggi è soltanto di 22 chilometri, e la più grande profondità non oltrepassa i 57 metri. Se vi si collocasse Nostra Signora di Parigi, le torri oltrepasserebbero il livello delle acque quanto basta perchè vi si potessero ancora suonare le campane. Come ed a qual epoca lo stretto s'è egli aperto? È quanto sarebbe difficile a stabilire; ma il fenomeno non è geologicamente antico, ed avvenne durante l'epoca attuale, e fors'anco dopo l'origine dell'umanità. Le correnti di marea ponno esser state sufficienti, in un giorno di violenta tempesta, per aprirsi quel passaggio. Lo stretto continua poi ad essere scavato. Una prima carta del fondo della Manica, redatta da Baach nel 1737, e pubblicata da Desmarets nel 1751, indica 29 braccia come il massimo fra Douvres e Calais: essa lascia inoltre sussistere su tutta la lunghezza dello stretto un alto fondo di 19 braccia. Il braccio è di metri 1,62. Noi avremmo dunque, al massimo, 47 metri quale maggior profondità sulla linea da Calais a Douvres, nel 1737. La carta pubblicata nel 1876, a proposito del progetto di

tunnel sottomarino tra la Francia e l'Inghilterra, indica per questo stesso massimo 57 metri. Secondo questi dati di confronto, il canale si sarebbe approfondito di dieci metri in 139 anni. Non vi è in ciò nulla di assoluto, inquantochè gli scandagli del secolo passato non erano troppo precisi; tuttavia non si può esimersi dal trarne almeno la conclusione di un abbassamento certo. Devesi osservare altresì che, precisamente su questo percorso, sopratutto tra Folkstone e il capo Grie-Nez, si incontrano dei banchi quasi a fior d'acqua; l'uno, il Varne, che arriva a dieci metri al di sotto della superficie (ed anche a sei e a cinque); l'altro, il Colbart, che giunge a cinque metri in taluni punti. La direzione e la forza delle correnti da una parte, e la natura delle roccie dall'altra, agiscono in diverse guise in questo escavo dello stretto, ma

Fig. 157. — Foresta in via di sommersione sulle rive della Svezia.

l'aspetto generale induce a concludere fondatamente che la separazione è geologicamente recente. L'istmo di Calais-Douvres è ancora visibile.

Nello stesso tempo che si approfondisce, lo stretto si allarga. Lo scoglio del capo di Gris-Nez, punto francese il più prossimo alle coste inglesi, si arretra attualmente di 25 metri per secolo. Avvenne la stessa cosa presso Douvres, come noi abbiamo veduto.

Nella stessa maniera, l'Irlanda fu separata dalla Gran Bretagna durante il periodo geologico attuale.

Allo stesso modo che l'Inghilterra era in passato unita alla Francia, così parimenti l'Africa era congiunta all'Europa. Lo stretto di Gibilterra non esistette sempre, più di quanto non sia sempre esistita la Manica. Gli antichi avevano avuto qualche dubbio in proposito per la forma simmetrica delle due rive, e attribuivano ad Ercole la potenza d'aver aperto il passaggio tra l'Oceano e il Mediterraneo. Sallustio considera come una novità inopportuna il fatto che sieno stati dati in geografia

due nomi differenti all'Africa e all'Europa. A somiglianza del passo di Calais, lo stretto di Gibilterra non cessa d'allargarsi sotto la triplice azione delle meteore aeree, delle onde, delle tempeste e della corrente

Fig. 158. — Carta generale dei sollevamenti e degli abbassamenti del suolo che stanno tuttora compiendosi.

che esce da un mare per portarsi nell'altro. L'antica congiunzione dell'Africa all'Europa è constatata zoologicamente da questo fatto, che il nord dell'Africa non ha una sola specie di molluschi viventi che le sia particolare, e che tutti i tipi di questi animali, trovati sulle pendici dell'Atlante, sono originarî della Spagna.

Questo stretto, designato nell'antichità sotto il nome di « colonne di Ercole », in causa di giganteschi ammassi montagnosi che lo fiancheggiano da una parte e dall'altra, tanto sulla costa europea quanto sulla costa africana, questo stretto, diciamo noi, si allarga e si profonda di secolo in secolo. Plinio, Pomponio Mela, Avenio parlano di una e perfino di parecchie isole boschive che lo frammezzavano; vi era stato edificato un tempio in onore di Ercole. Secondo Plinio, la maggior larghezza dello stretto sarebbe stata dai 10 agli 11 chilometri; e la larghezza massima di 14 chilometri e mezzo. Attualmente la larghezza minore è di 16 chilometri. Il mare ha inghiottito la città di Belon, a tre leghe all'est di Tarifa, e nella baja stessa di Gibilterra una parte della città di Carteya.

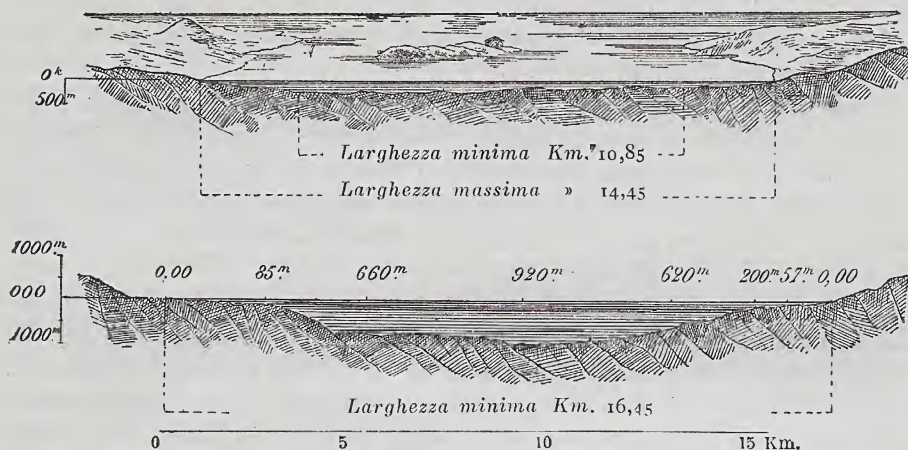



Fig. 159. — Lo stretto di Gibilterra qual era in passato e qual è oggidì.

Quante terre non sono scomparse dopo le origini stesse dell'umanità! Tutti coloro che amano la letteratura hanno letto in Platone le belle pagine da lui consacrate in memoria dell'Atlantide, di questo misterioso continente che esisteva un giorno tra l'Europa e l'America, e su cui ha vissuto un'antica umanità. I confronti geologici ci mostrano che all'epoca miocenica le piante e gli animali erano gli stessi in Europa e in America, benchè gli uni e gli altri differiscano così completamente oggidì nei due continenti. Si può conchiuderne con verisimiglianza che a quella epoca il continente scomparso, che ha dato il suo nome all'oceano Atlantico, doveva essere congiunto mediante isole tanto all'Europa quanto alla America. I Guanci (1) delle Canarie furono persino considerati come i discendenti diretti dell'umanità primordiale che popolava l'Atlantide.

L' isola di Madagascar è senza dubbio parimente un frammento di

(1) Sono così chiamati gli antichi abitanti delle isole Canarie.

Nota del Trad.

mondo scomparso, un avanzo di continente disceso sotto i flutti. Benchè abbastanza vicina all'Africa, essa ne differisce sotto il rispetto zoologico e botanico; la sua fauna e la sua flora le appartengono in proprio, ed essa possiede perfino famiglie intiere, e in ispecial modo serpenti e scimie, che non hanno altri rappresentanti sul pianeta terrestre.

L' isola di Ceylan è nello stesso caso. Essa apparteneva, senza dubbio, con Madagascar e colle Secelle, ad un antico continente emerso al posto dell'oceano Indiano.

La maggior parte delle Antille, e perfino le ultime terre, parrebbero essere emerse da un continente senza rapporto alcuno coll'America del Nord. Ognuno sa che la Nuova Zelanda forma da sola un mondo a parte, di cui la flora e la fauna hanno un carattere essenzialmente originale. Nè le sue specie fossili, nè quelle viventi rassomigliano alle specie della Australia o dell'America del Sud.

Giudicando dai fossili, così degni di speciale menzione, trovati a Pikermi: ipparioni, antilopi, giraffe, mastodonti, rinoceronti, dinoterî, macairodi (1), la Grecia deve essere l'avanzo di un antico continente che portava vaste foreste e fertili praterie estendentisi senza dubbio fino all'Africa attraverso gli spazî segnati ai giorni nostri dalle isole dell'Arcipelago e dal mare di Creta.

Tutto cambia, tutto si trasforma con una rapidità più o meno grande. Chi non conosce — per riputazione almeno — la splendida cascata del Niagara (pag. 297). Abbiamo in essa un magnifico esempio dell'escavazione progressiva di una valle profonda nella roccia dura. Questo fiume scorre su di un altipiano elevato nel quale il bacino del lago Erie forma una depressione. Il punto ove esce da questo lago ha quasi 1600 metri di larghezza, e un livello di cento metri superiore a quello del lago Ontario, che ne dista circa 48 chilometri. Uscendo dal lago Erie, sui 25 primi chilometri del suo corso, il Niagara è limitato da sponde che sono quasi a livello col paese affatto piano adiacente, il quale comprende all'ovest l'alto Canadà, e all'est lo Stato di Nuova York; esse non sono in veruna parte a più di 9 a 12 metri al di sopra della superficie generale della regione. Il fiume, di una larghezza che è talvolta di 4800 metri, accidentalmente interrotto con isole basse e boscose, forma, costeggiandole, una corrente dalle acque chiare, unite e tranquille; non essendo l'inclinazione sua, su di una estensione di molti chilometri, che di metri 4,50; esso rassomiglia, in questa parte del suo corso, a un braccio del lago Erie (fig. 160). Non tarda però molto a cangiare completamente di

(1) Di questi mammiferi carnivori, taluni dei quali non si trovano più che allo stato di fossili, il *mastodonte* è a tutti noto per le sue colossali proporzioni; il *dinoterio*, o animale terribile come lo indica il nome, appariva provvisto di formidabili mascelle terminate a guisa di zanne, ed i *macairodi* erano contradistinti dall'avere lunghi e ricurvi denti canini, coi margini delle corone finamente seghettati.

Nota del Trad.

carattere, e, allorchè si accosta alle Rapide, incomincia a correre spumeggiando su di un letto calcareo roccioso ed ineguale, e percorre così uno spazio di 1600 metri circa, fino a che giunge da ultimo alle cascate, e vi si precipita perpendicolarmente da un'altezza di 50 metri. Un'isola situata sull'orlo stesso della cateratta, divide il Niagara in due zone di acqua: la più grande misura 530 metri di larghezza, e la più piccola 180. Dopo essersi precipitata in un bacino d'una profondità considerevole, l'acqua si spinge con una grande rapidità in un canale stretto, con una forte inclinazione, su di un'estensione di undici chilometri. Questo burrone, non offrendo tra le sue pareti che una distanza da 200 a 400 metri, la larghezza del fiume, su questo punto, contrasta in una maniera da far stupire con quella che vi è più sopra. Questa enorme spaccatura, la cui profondità è dai 60 ai 90 metri, ha fine bruscamente a Queenstown in un dirupamento, ossia in una lunga fila di scogli interni, che fanno faccia al nord dal lato del lago Ontario. Alla sua uscita dalla gola scavata in questo franamento, il Niagara entra in una pianura il cui livello è talmente lo stesso di quello del lago Ontario, che gli undici chilometri da percorrersi fra Queenstown e le rive del lago non offrono che un pendìo di 12 centimetri circa.

La vista di queste cascate inspira l'idea di una distruzione costante e progressiva: la parte del bacino che fu l'opera dei centocinquanta ultimi anni, assomigliando in modo perfetto, sotto il rispetto della profondità, della larghezza e del carattere, al resto della gola che si estende al disotto sopra una lunghezza di undici chilometri, è pienamente naturale il concluderne che l'intero burrone è stato scavato nell'identica maniera, in seguito al graduale arretramento della cateratta.

Si è calcolata recentemente (Wesson, 1885) la misura di arretramento del Niagara, che Bakewell aveva già studiato in posto nel 1829, e Lyell nel 1841. Noi riproduciamo (fig. 162), secondo la carta ufficiale degli Stati Uniti, le linee di paragone di questo graduale arretramento pel ramo del Canadà. Esso si compie in una maniera ineguale e irregolare: ma, dal 1842 al 1883, s'è manifestato di 253 piedi inglesi, vale a dire di 77 metri, ossia di metri 1,88 per anno. Con questa misura, non sarebbero più di seimila anni che la cateratta incominciò ad arretrarsi gradatamente, incominciando dal franamento di Queenstown. Lyell aveva, su di una base meno vasta, ammesso solamente metri 0,39 per anno, ciò che farebbe retrocedere a trentacinquemila anni l'origine del graduale arretramento. Prima di quell'epoca, l'immenso fiume scorreva in un letto differente, di cui si rinvengono le traccie non lontane dal letto attuale.

Questi movimenti, questi cangiamenti passano inosservati per l'uomo, osservatore di un giorno, perchè la nostra vita è troppo rapida, ed occupata d'altronde da argomenti ben diversi, meno interessanti, per la maggior parte, dello studio della natura. Quanti sono gli uomini che vi-

vono intellettualmente? Quanti si domandano almeno dove sono, e sanno rendersi conto del paese che abitano?

Abbiamo visto or ora che tutte le montagne sono lentamente intaccate dagli agenti atmosferici. Se non si è colpiti di questo abbassamento, si è perchè esso si effettua con un'estrema lentezza, e ristrettissima è la base delle nostre osservazioni. Ma venga il caso che si abbiano sott'occhi antichi ricordi storici e tosto l'opera dei secoli ne parla colla maggior evidenza. Arrivando a Roma, la « città dei sette colli », la prima impressione che avemmo al contemplare il panorama dall'alto dell'Osservatorio del Campidoglio, si fu di « cercare » i sette colli. Essi si sono abbassati, i loro frantumi secolari hanno colmato le valli intermedie (in particolar modo il Foro, così notevolmente rialzato) e non sono più oggidì che semplici ondulazioni. Il fondo di tutte le città si eleva coll'andar del tempo. Sotto Luigi XII si saliva una scala di tredici gradini per entrare a Nostra Signora di Parigi. Oggidì la piazza davanti al sagrato è allo stesso livello del pavimento della chiesa (1).

Lago Erie.

Lago Ontario. Queenstown.

Fig. 160. — Vista a volo d'uccello delle cascate del Niagara.

(1) Questo movimento secolare d'elevazione del suolo delle grandi città è notevolissimo in Milano, ove, a mo' d'esempio, l'antica basilica di Sant'Ambrogio appare più profonda di qualche metro in confronto del livello stradale. *Nota del Trad.*

PEDLOT SC.

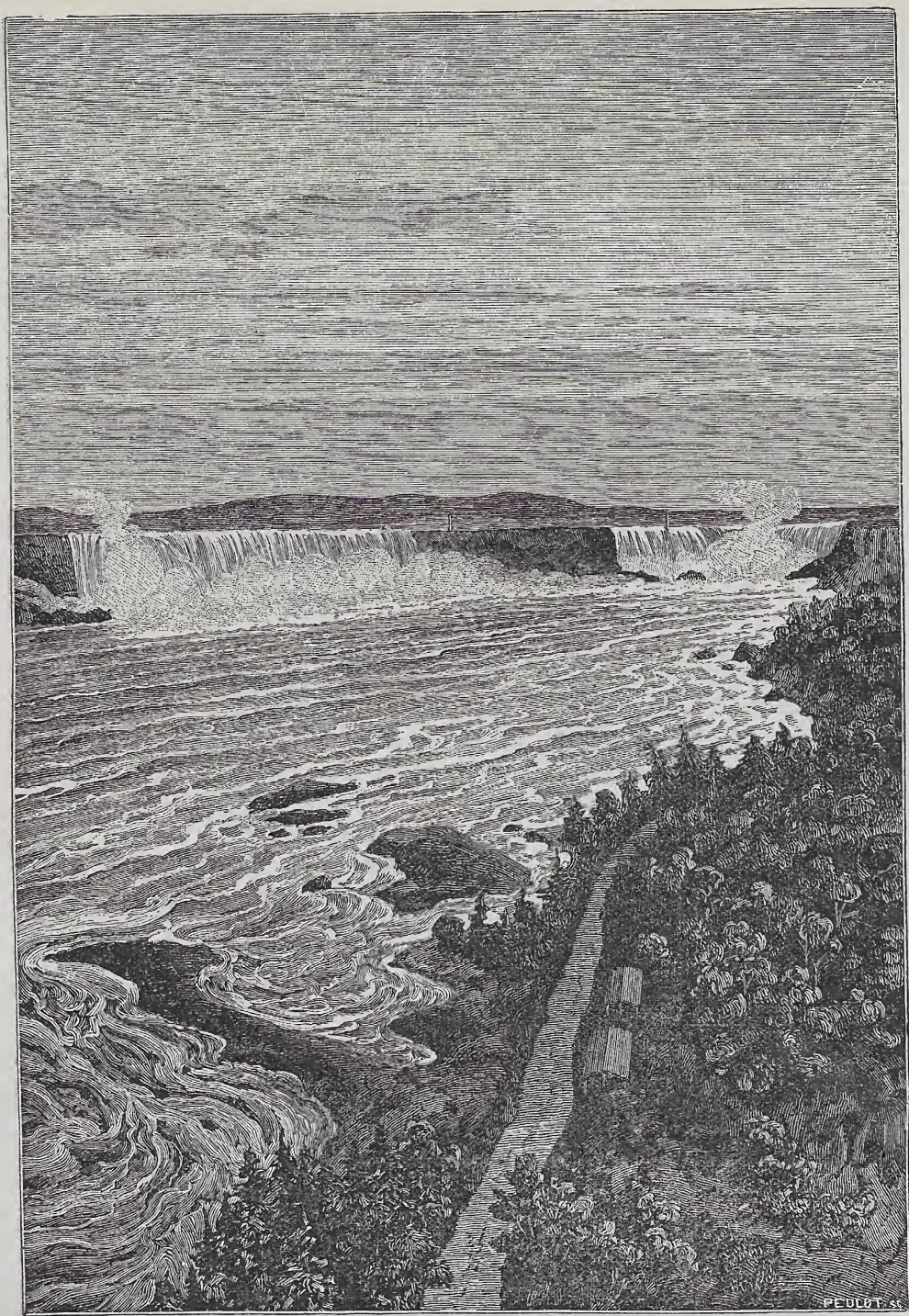



Fig. 161. — Cascata del Niagara.

In Parigi stesso e nei dintorni, la Bièvre era in passato un fiume di qualche importanza, in cui i castori erano numerosissimi (ed è anzi dal loro nome antico che quel fiume prese la sua denominazione) (1). Oggidì la Bièvre non è più che un corso d'acqua insignificante, un ruscello che non merita il titolo di fiume che nei giorni di grandi inondazioni.

Più anticamente nella storia, o, per meglio dire, nei tempi preistorici, la Senna, incomparabilmente più vasta di quanto lo sia ai giorni nostri, si estendeva, fiume immenso, su molti chilometri di larghezza in Parigi stesso, s'elevava fino all'altezza di 60 metri — e perfino di 63 metri — a 37 metri al disopra del suo livello attuale, la cui altezza è di 26 metri.

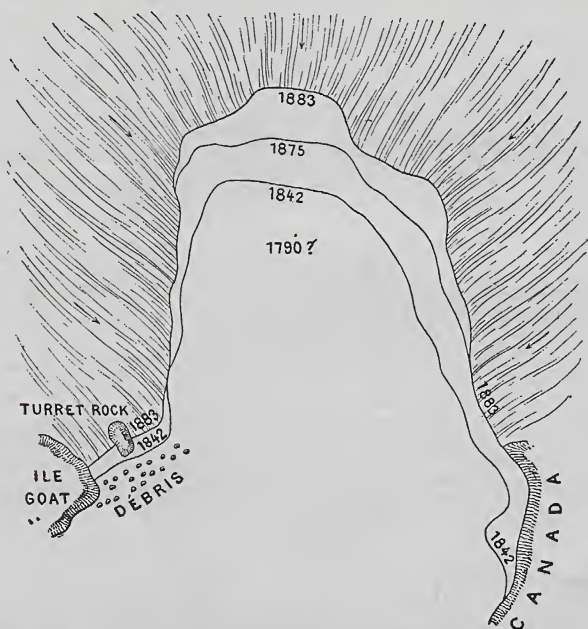



Fig. 162. — Arretramento graduale della cateratta del Niagara.

Il signor Belgrand ha perfino potuto ricostituire questo antico letto del fiume nelle due carte che noi riproduciamo più innanzi (figg. 163 e 164). Vennero trovate le sue alluvioni fino a quelle altezze. È il fiume che ha segnato le valli fino al punto in cui noi le vediamo oggidì.

Perpetua trasformazione! Qui le acque scavano il suolo, più lungi esse lo rialzano, abbandonando il limo travolto alle epoche d'inondazione e formandosi un letto dei materiali tolti alle montagne mediante le piog-gie. Basta l'osservare per riconoscere ovunque le tracce attuali di disli-vello dei terreni lentamente minati. Gli strati d'alluvione moderni occu-

(1) In francese Bièvre indica una specie di lontra o di castoro che vive egualmente bene tanto nell'acqua quanto sulla terra. *Nota del Trad.*

pano spazî considerevoli, e misurano spesso parecchi metri di spessore. Ancora di recente noi lo constatavamo nella vallata della Mosa — in località che ci sono care — non lontano dalle sorgenti di questo fiume fra Bourmont e Montigny-le-Roi. Quasi tutti gli anni il fiume straripa, e ricopre colle sue acque limacciose molte centinaia di ettari. Si può valutare in due millimetri lo spessore annuale del limo abbandonato dopo le inondazioni in certe regioni della valle, tanto per opera del fiume stesso, quanto delle terre discese dalle colline che gli fanno sponda; si tratta di due metri in mille anni, di tre metri almeno dopo l'epoca romana. Si sono trovati ferri da cavallo di piccola misura, caschi e diversi oggetti allora abbandonati alla superficie del suolo, ed oggidì sepolti nella terra a due metri di profondità, e noi stessi abbiamo scavato e tratto da terra (agosto 1885) a tre metri al disotto del livello della prateria, una quercia trasportata dapprima e poi abbandonata colà, senza alcun dubbio fino dalle origini della storia di Francia. Fossili giurassici, terebratule, rhynconelle, belemniti (1), ostriche ed altre conchiglie antidiluviane, trascinate dalle acque o messe allo scoperto pei terrapieni delle strade ferrate, vengono a confondere le epoche geologiche, aggiungendo i loro avanzi a quelli dell'epoca attuale. Il livello della valle si eleva, il rilievo delle colline si abbassa, e la storia del mondo scrive una delle sue pagine nel paesaggio sempre rinnovantesi, in cui, sotto l'indulgente affezione del nonno e della nonna i sollazzi della nostra infanzia trasvolavano nell'azzurro, — fuggitiva imagine della fugacità di tutte le cose e della mobilità stessa dell'eterna natura.

Noi possiamo osservare dovunque queste trasformazioni più o meno lente. Certi esempî sono ancora più degni d'attenzione di tutti i precedenti. Noi vorremmo poter tutti segnalarli.

Nel divino golfo di Napoli, su quella riva piena d'incanti, ove i ricordi della storia si uniscono alle bellezze della natura, per cullare mollemente il pensiero, si è obbligati ad arrestarsi, in mezzo alle rovine di Pozzuoli, davanti all'antico tempio di Giove Serapide, curiosa testimonianza della instabilità del suolo. Questo tempio, edificato verso l'anno 105 prima di Gesù Cristo sopra la spiaggia del mare, ma assai al disopra del livello delle sue acque, decorato di marmi preziosi da Settimio Severo, fra gli anni 194 e 211 della nostra êra, abbellito ed arricchito ancora da Alessandro Severo tra gli anni 222 e 235, fu rovinato da Alarico e dai suoi Goti nel 410, e da Genserico nel 445. Fin qui non si tratta che di vicissitudini umane; ma ciò che ne interessa maggiormente è l'opera della natura.

---

(1) Le terebratule e le rhynconelle sono molluschi brachiopodi la cui apparizione risale all'epoca paleozoica; le belemniti, molluschi cefalopodi, privi di conchiglia, che vennero a estinguersi prima dell'epoca terziaria. *Nota del Trad.*

Il suolo su cui il tempio è edificato s'è abbassato al disotto del livello del mare. Le tre belle colonne di marmo che tuttora rimangono, composte ognuna d'un sol blocco di metri 12,50 di altezza, si sono abbassate col pavimento e le costruzioni del tempio, tanto da rimanere immerse fino a metri 6,30 di altezza. Durante questo periodo di sommersione, che s'è effettuato nel medio evo, ed era terminato al XV secolo, la porzione superiore della parte immersa fu intaccata, su di un'altezza di

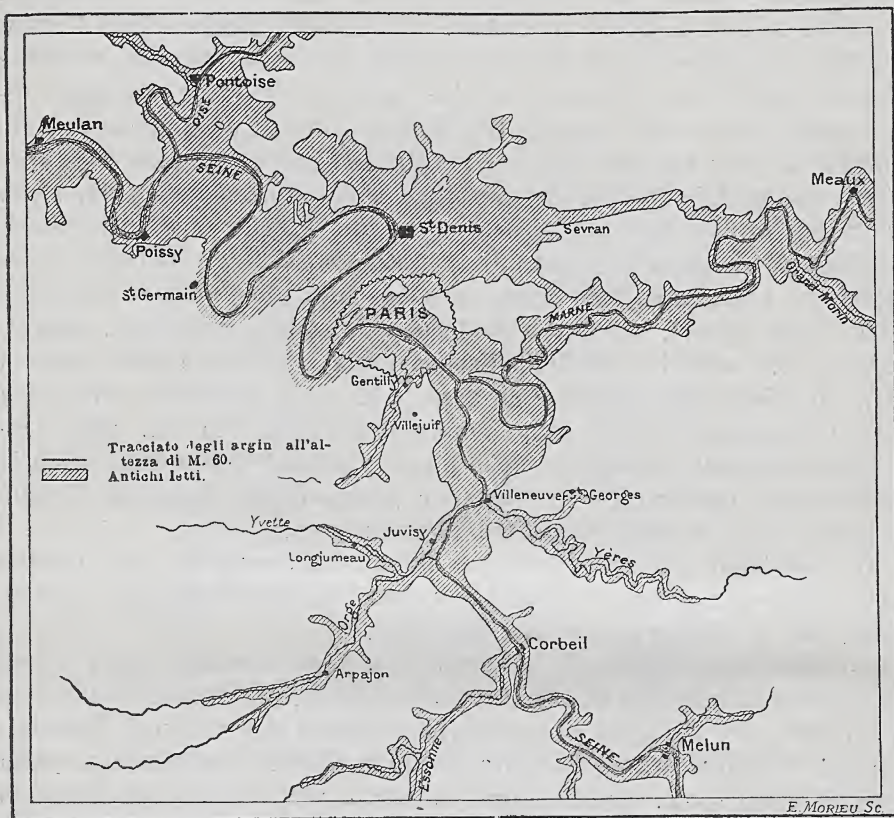



Fig. 163. — La Senna nei tempi preistorici.

metri 2,70 da molluschi litofagi (mangiatori di pietra) che vivevano allora nel mare come oggidì, e che hanno crivellato queste colonne di piccoli fori in fondo ai quali si trovano ancora alcune conchiglie. Le perforazioni sono così considerevoli per la profondità loro, che rendono testimonianza d'un soggiorno prolungato dei litofagi nelle colonne, inquantochè a misura che questi animali crescono in età ed in volume, essi allargano proporzionalmente la loro dimora. La porzione inferiore delle colonne è rimasta intatta pel motivo che pescava completamente nel fondo del mare riempito di fango e di scorie vulcaniche fino all'altezza

di metri 3,60. (Noi riproduciamo più innanzi a fig. 165, togliendolo da Lyell, *Principî di geologia*, un bel disegno di queste rovine).

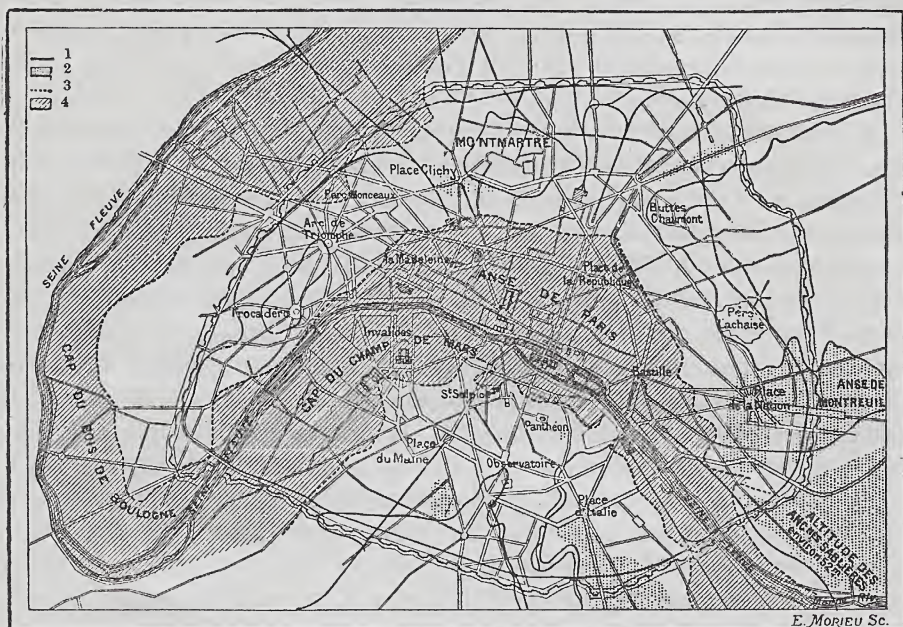
Alla fine del XV secolo, questo suolo così meritevole d'osservazione, per la sua instabilità, incominciò ad effettuare un movimento in senso contrario, ed a sollevarsi lentamente e gradatamente. Un documento, che porta la data dell'ottobre 1503, attesta che Ferdinando e Isabella, sovrani di Napoli, accordano all'Università di Pozzuoli una porzione di terreno « da cui il mare è in via di ritirarsi » e da quell'epoca si può

1. Limite degli alti livelli. — 2. Lembi di ghiaia di questi letti elevati. — 3 Limite dei bassi livelli. — 4. Ghiaie di questi antichi letti.

Fig. 164. — La Senna sull'area occupata da Parigi nei tempi preistorici.

seguire sui documenti contemporanei l'inalzamento graduale di questa spiaggia.

Poi, di nuovo, questo movimento di elevazione s'è arrestato. Nel 1749 il tempio era per intiero uscito dalle acque, e tutto il terreno circostante era a secco.

Nel 1807, l'architetto Nicolini, incaricato della riparazione delle rovine, non vide mai il pavimento ricoperto dal mare, eccettuato talvolta il caso in cui il vento soffiasse con forza. Ma il suolo incominciava a ridiscendere di nuovo. Dal 1822 al 1838 le osservazioni mostrarono che l'abbassamento si effettuava in ragione di 25 millimetri ogni quattro anni, al punto che nel 1838 si pescava ogni giorno del pesce su questa parte del pavimento, ove, nel 1807, non vi era mai stata una goccia di

acqua quando il tempo era calmo. Nel 1857 e 1858, Lyell trovò che vi erano circa metri 0,60 di acqua sul pavimento. Il suolo continua a sprofondarsi (1).

Queste curiose oscillazioni del suolo, constatate mediante il tempio di Giove Serapide, sono visibili in tutta quella regione. A Pozzuoli stesso, il tempio di Nettuno e il tempio delle Ninfe sono attualmente sotto le acque del mare; due vie romane sono sommerse; si vedono lungo la spiaggia dei letti di conchiglie, e dall'altra parte di Napoli, a Sorrento, si è scoperta una strada, con frammenti di costruzioni romane, ad una certa profondità sotto il mare. Nell'isola di Capri, (l'antica Caprea, di troppo famosa memoria) uno dei palazzi di Tiberio è da lungo tempo ricoperto dalle acque.

Si può ammettere con Babbage e Lyell che l'azione del calore è, in una maniera o nell'altra, la causa del fenomeno a cui si collega il cangiamento di livello del tempio. La sorgente calda posseduta da questo tempio, la posizione che occupa a contiguità immediata della solfatara, la sua vicinanza al Monte Nuovo, le acque termali dei bagni di Nerone, sulla riva opposta del golfo di Baja, le sorgenti bollenti, gli antichi vulcani d'Ischia da un lato e il Vesuvio dall'altro, sono altrettante circostanze, fra una moltitudine d'altre, che parrebbero militare in favore di questa conclusione. Se si paragonano infatti le date delle principali oscillazioni colla storia della regione, si osserva una certa connessione fra ogni periodo di sollevamento e uno sviluppo locale del calore vulcanico, mentrechè ogni periodo di depressione concorda con uno stato di riposo o di assopimento delle cause ignee sotterranee. Così, a mo' d'esempio, prima dell'êra cristiana, allorchè i numerosi vulcani d'Ischia facevano spesso eruzione, e che l'Averno e altri punti dei campi Flegrei erano reputati pel loro aspetto e carattere vulcanico, il suolo su cui riposa il tempio di Serapide si trovava ad una certa altezza al disopra delle acque. A quest'epoca il Vesuvio era considerato come un vulcano estinto; ma, allorchè, dopo il principio dell'êra cristiana, i fuochi di questa montagna incominciarono a divampare, non si ebbe più a registrare una sola eruzione nell'isola d'Ischia o nei dintorni del golfo di Baja. Il tempio era allora in via d'abbassamento. Nel periodo susseguente, il Vesuvio rimase pressochè allo stato di riposo durante i cinque secoli che precedettero la grande esplosione del 1631, e in questo intervallo talune eruzioni si manifestarono alla Solfatara nel 1198, a Ischia nel 1302, e il Monte Nuovo si formava nel 1538. Durante questi fenomeni, le fondazioni

---

(1) Trovo nelle mie note di viaggio che il 13 dicembre 1872 vi erano «circa due metri d'acqua alla base delle tre belle colonne», e io lascio tale nota qual'è, benchè questa profondità non sembri considerevole esaminando la questione. Forse si erano fatti colà alcuni lavori che avranno trattenuto le acque delle pioggie. Checchè ne sia, questa depressione della riva continua sempre.

su cui riposa il tempio erano in via di risollevamento. Infine il Vesuvio riprese tutta la sua attività che non ha mai perduta dappoi, e durante tutto questo intervallo l'area del tempio, da quanto si può saperne dalla storia sua, ha sempre subìto un movimento di depressione.

Questi fenomeni sembrano d'accordo coll'ipotesi che, allorchè aumentando d'intensità il calore sotterraneo, la lava si forma senza trovare una facile uscita da una grande apertura, come quella del Vesuvio, la superficie sovrastante è sollevata in questa regione: mentrechè questa stessa superficie si abbassa allorchè al disotto d'essa le roccie si rattraggono raffreddandosi, e le lave si solidificano lentamente, diminuendo di volume.

Il Monte Nuovo, questa curiosa montagna, di 132 metri d'altezza e di 2400 metri di circonferenza alla base, che si elevò in una sola notte sul posto dell'antico lago Lucrino è, solo, un tipo geologico del più alto interesse. Durante 492 anni il Vesuvio era rimasto quasi addormentato (mentre l'Etna aveva manifestato la più violenta attività), e durante quasi cento anni ancora fino al 1631, non fece più alcuna eruzione. Il 29 settembre 1538, dopo due giorni di terremoti incessanti, il suolo della spiaggia si elevò leggermente, ma abbastanza per far ritirare il mare, che lasciò a secco uno spazio di duecento passi circa, su cui rimase una grande quantità di pesci. Nel luogo ove si trova oggidì il Monte Nuovo si vide, nel pomeriggio, il suolo abbassarsi dapprima di circa quasi quattro metri, poi elevarsi lentamente, e in alcune ore aprirsi e vomitare fiamme, pietre e ceneri. Alla sera il fuoco scaturiva con violenza, lanciando, come un vulcano, enormi macigni con un frastuono spaventevole. Tutto il paese fu in breve inondato sotto una pioggia di ceneri e di pietre pomici. Durante tutta la notte furonvi nella nuova montagna tuoni terribili e fiamme slanciantisi verso il cielo in mezzo alla più formidabile proiezione di pietre e di fanghi. Due racconti di testimoni oculari, che non si conoscevano tra loro, e i cui manoscritti furono rinvenuti assai più tardi, constatano che il vulcano lanciava ammassi di terra e di pietre «grossi come buoi» fino a duemilaquattrocento metri di altezza. All'indomani mattina, all'apparir del giorno, si scorse che un'alta montagna era uscita dal suolo. «Gl'infelici abitanti di Pozzuoli, scrive un testimonio oculare, fuggivano avendo la morte dipinta in viso: gli uni portavano in braccio i loro figliuoletti, gli altri trascinavano a stento dietro a loro dei sacchi riempiti dei loro effetti, ed altri ancora conducevano verso Napoli delle bestie su cui era caricata la loro famiglia: altri infine portavano via una gran quantità di uccelli caduti morti e di pesci trovati sulla spiaggia.»

«Questa eruzione, scrive un altro testimonio oculare, durò due giorni e due notti senza interruzione; al terzo giorno essa cessò, ed io salii con un gran numero di persone sulla cima della nuova collina. Si apriva alla

sommità un cratere enorme, di 400 metri circa di circonferenza; le pietre che vi erano cadute rassomigliavano a bolle staccatesi da un'acqua in ebollizione. Al quarto giorno l'eruzione ricominciò, ed al settimo ridivenne assai violenta; molte persone che erano sulla montagna furono rovesciate e uccise dalle pietre, o soffocate dal fumo. » — Il fatto più notevole forse si è che il cratere interno discende quasi fino alla base della montagna; il fondo, a 126 metri dalla cima, non è che di metri 5,70 superiore al livello del mare. È un cratere analogo a quelli della Luna.

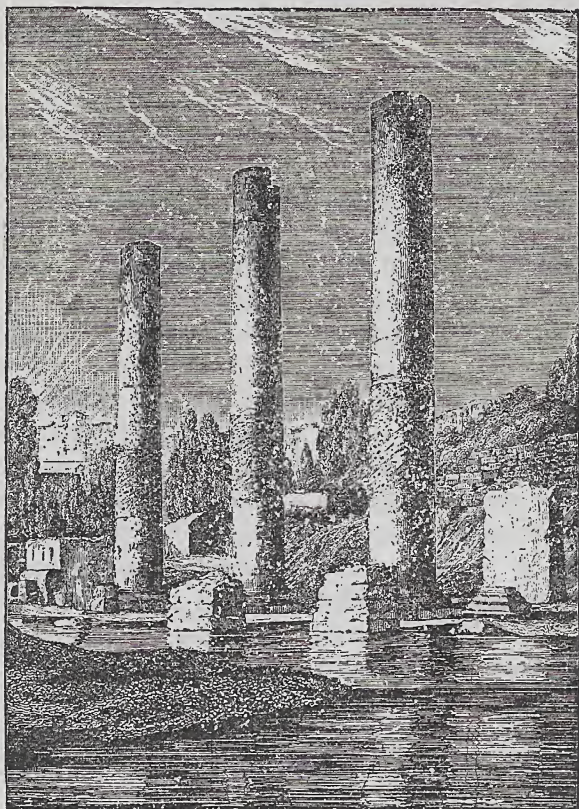



Fig. 165. — Il tempio di Giove Serapide a Pozzuoli.

Tutta questa regione dei *Campi Flegrei* è, del resto, di formazione vulcanica. È in essi, come è noto, che vennero collocati gli Inferni di Virgilio. Vi si vede ancora il lago Averno, la Solfatara, l'antro della Sibilla, ecc. È là parimenti che si trova la celebre Grotta del Cane, nella quale uno sgraziato cane viene asfissiato dall'acido carbonico invisibile che bagna il suolo per un piede di spessore all'incirca, mentre all'altezza della testa si respira l'aria ordinaria. Là pure si trovano le stufe di Nerone, galleria in una montagna, la cui temperatura è di 55°; un fanciullo

La tempesta.

nudo prende un secchiello vuoto e alcune uova crude, si caccia nella galleria, e ne ritorna entro il termine di tre minuti, col suo secchiello pieno d'acqua calda, le uova cotte, e tutto il corpo rosso come quello d'un gambero. Non lungi di là la montagna della Solfatara è così vuota nell'interno che, battendo fortemente col piede, il suolo trema fino ad una grande distanza. Tutte queste regioni sono in uno stato d'instabilità evidentissimo. Lyell scrive che il suolo della camera in cui la Sibilla di Cuma rendeva i suoi responsi, è ricoperto di « alcuni millimetri d'acqua ». Nel mese di dicembre 1872, vi era dell'acqua fino alla cintura, e noi non abbiamo potuto entrarvi che portati sulle spalle di un cicerone.

Non perdiamoci però in particolari, per quanto interessanti essi possano essere. Senza dubbio sarebbe questo il luogo di descrivere le tragiche distruzioni causate dai vulcani e dai terremoti, dal seppellimento d'Ercolano, di Pompei e di Stabia, l'anno 79 dell'èra nostra, fino all'ultima catastrofe d'Ischia (luglio 1883). Ma non dobbiamo dimenticare il soggetto precipuo di quest'opera, e questione capitale si era lo stabilire chiaramente agli occhi di tutti che mille cause diverse agiscono attualmente con efficacia per trasformare senza posa la superficie del globo.

Notiamo qui ancora, che di tutte le azioni distruggitrici dovute agli agenti atmosferici o geologici, lasciando a parte i terremoti e le più violenti eruzioni vulcaniche, le tempeste esercitano un'azione continua e formidabile nel tempo stesso. Di anno in anno, senza sosta, esse concorrono alla distruzione delle spiaggie. Bisogna osservarle dalle rive dell'Oceano, dalla penisola di Quiberon, per esempio, dalle sponde vicine di Carnac, dal seno della Torche o dalla baja dei Trapassati. Le onde vi arrivano immense e possenti, con un color fosco che non si trova mai nelle onde spezzate a mezzo ed agitate del Mediterraneo. Tuttavia, è forse ancora dall'alto del capo della Hague, o dal capo Blanchard, oppure dai capi della Hève e d'Antifer che lo spettacolo è maggiormente grandioso, quantunque questi luoghi di osservazione appartengano alla Manica (1). Si vede, sotto un cielo sinistro e con un vento intenso che apporta all'orecchio tutti i gridi gutturali del mare in furore, si vede arrivare dal largo l'armata delle onde biancheggianti che vengono a precipitarsi all'assalto degli scogli. Esse si agitano, si urtano fra loro, rinculano, ritornano e si precipitano infine sugli scogli, residui delle scogliere inferiori con un accanimento che non fa che raddoppiare il loro furore. Tutto ciò che può essere staccato dal macigno è lavato, stemprato, disaggregato, strappato via, e lo scheletro rimane denudato con

---

(1) Anche recentemente, la grande marea equinoziale dell'11 settembre, produsse danni su tutta la costa della Manica, e in special modo a Willers-sur-Mer, ove andarono devastati gli alberi della spiaggia e i battelli amarrati lungo le rive. La diga e le dune furono in quella località spazzate via su tutta la loro lunghezza; e il Casino, costrutto pei bagni, sofferse guasti tali da non rimanerne sul posto che l'informe ossatura. *Nota del Trad.*

forme spesso fantastiche, come lo si vede a Etretat. Gli scogli stessi non tardano ad essere demoliti e a venir ridotti in ciottoli appiattiti, per poco ch'essi lascino presa all'introduzione dell'acqua. Le onde si servono dei frantumi stessi per lanciarli a guisa di proiettili contro le mura cui muovono assedio. Allorchè le onde dell'alto mare possono giungere direttamente fino al piede stesso dello scoglio, esse si precipitano a corpo morto contro la sua base, come altre volte gli arieti con cui gli assedianti smantellavano le antiche torri, e scuotono la montagna stessa che trema sotto i loro colpi ripetuti. Guai alla barca, guai al naviglio trascinato dalla tormenta verso le coste! Un urto solo basta per ridurre in frantumi e dare in preda alla voracità delle onde l'edificio in apparenza così solido, che cade a brani come un castello di carte da giuoco.

La possanza delle onde delle tempeste è considevole. Irritate dagli scogli e dagli ostacoli, si sono viste talvolta lanciarsi sui dirupi fino a venti, cinquanta ed anche fino a cento metri d'altezza in polvere spumeggiante che ricade nell'aria. Si constatarono pressioni elevantisi fino a 35 000 chilogrammi per metro quadrato! Blocchi di pietra enormi, posti come lavori di difesa davanti alle dighe e pesanti più migliaia di chilogrammi, sono talvolta rotolati, spostati, lanciati perfino come trastulli dalla tempesta furibonda; a Cherbourg, i più grossi cannoni da fortificazione ne furono smossi. La terra trema da lungi, fino a molte centinaia di metri dalla spiaggia — e fin anco a 1500 metri con apparecchi di misurazione assai delicati. Questo moto della terra causato dalle onde agisce efficacemente in favore della stratificazione dei depositi del litorale, come lo si è riconosciuto dalle sezioni geologiche fatte attraverso terreni recenti affatto e già stratificati.

Nessuno ha dimenticato l'antico adagio: *Gutta cavat lapidem;* la goccia d'acqua scava la pietra, non per la sua violenza, ma cadendo spesso. Entrambi questi effetti si completano nell'opera della natura. L'azione stemperante e dissolvente delle acque pluviali agisce con una grande efficacia per modificare la superficie del suolo, scavare lentamente degli abissi, e produrre allargamenti e scivolamenti di terreno. A Lons-le-Saulnier, per esempio, gli affondamenti del suolo non sono rari per questa causa: la statistica scientifica ha già registrato quelli del 1703, 1712, 1738, 1792, 1814, 1836 e 1848. Il signor Fournet, che ha fatto uno studio speciale di questa località, pensa che una sorta di fiume sotterraneo circoli sotto la città, e mini a poco a poco le marne. Durante il cedimento del 1792, disparve un molino quasi per incanto, e alcune case si sprofondarono in un abisso, e furono ricoperte di quindici metri d'acqua. Allorchè si volle in seguito colmare il precipizio per assicurare la stabilità delle strade vicine, vi si gettarono 15 711 carri di materiale senza pervenire a colmarlo!

Quest'azione delle acque si manifesta nelle degradazioni annue della superficie sui punti che vi sono più direttamente esposti. Nella foresta di Compiègne, a modo d'esempio, la via romana da Soissons a Senlis attraversa, uscendo dalla foresta, la pianura di Champlieu, e la taglia in senso obliquo. Ora, la denudazione prodotta dalle acque ha finito per asportare la strada sur una parte del suo percorso, e per scavare un vuoto, che rimane prova irrefragabile di quest'azione delle acque (figura 167).

Un altro esempio assai notevole dell'azione delle acque è stato osservato in Georgia, presso Milledgeville. Allorchè Lyell visitò questa regione, nel 1846, egli osservò che *in venti anni* l'acqua aveva scavato *un burrone di sedici metri di profondità* su cinquantaquattro metri di larghezza, in un terreno che, essendo rimasto anteriormente coltivato a bosco, non aveva subìto alcuna alterazione sensibile. Allorchè fu disboscato, si produssero nell'argilla, in seguito al calor solare, dei crepacci di nove centimetri, e alla stagione delle pioggie, l'acqua incominciò ad allargare il crepaccio principale. Partendo di là per attaccare senza discontinuità i piani inferiori, la sua azione erosiva finì per scavare questo enorme burrone.

Una statistica compilata recentemente (1885) agli Stati Uniti, stabilisce che in media le pioggie portano 385 chilogrammi di materie per anno e per ettaro, ai declivî delle montagne, per scaricarli nelle vallate, nei fiumi e in parte nel mare.

E che diremo noi dei franamenti di montagne dovuti all'azione delle acque? Benchè assai poco importanti sotto il rispetto geologico, questi fenomeni colpiscono per la loro potenza distruggitrice, e il ricordo ne va conservato per tradizione durante lunghi secoli. Nessun avvenimento è di natura tale da colpire con maggior vivezza l'imaginazione popolare. Le rocce scoscese e strapiombanti, che restavano sospese al disopra delle campagne, si distaccano d'un tratto e scivolano sui pendìi: esse sollevano, crollando, una nube di polvere simile alle ceneri vomitate dai vulcani: orribili tenebre si distendono sulla valle poco prima così gaia e sorridente, e non si conosce il cataclisma che dal terremoto e dal terribile frastuono dei blocchi che si urtano fra loro e si spezzano. Quando infine la nube di polvere si dissipa, si vede un ammasso di rocce e di rottami là ove si estendevano pascoli e coltivazioni; il torrente della valle è ostrutto e cangiato in lago fangoso, la montagna, irta di dirupi, ha perduto la sua antica forma; e sopra i suoi fianchi da cui cadono ancora alcuni frantumi, si distingue, disegnata con acute punte, l'enorme parete da cui s'è staccato, un intero lembo di montagna. Nei Pirenei, nelle Alpi e nelle altre grandi catene, vi sono poche valli ove non si rinvengano testimonianze di simil fatta.

Le principali catastrofi di simil genere, che hanno avuto luogo durante

i secoli dell'èra attuale nelle montagne dell'Europa sono da tutti conosciute. Al sud di Piacenza, in Italia, l'antica città romana di Velleja, fu inghiottita verso il VI secolo dal franamento del monte chiamato a ragione di Rovinazzo; il gran numero d'ossa, di monete, di documenti preziosi che si sono trovati nelle rovine, prova che la subitanea caduta delle rocce non lasciò ai cittadini neppure il tempo di salvarsi. Alla stessa guisa il castello di Tauretuno ed il vicino sobborgo situati sulla riva meridionale del lago di Ginevra, nella valle superiore del Rodano, furono completamente schiacciati nel 563 da una caduta di dirupi; una terribile ondata prodotta dal diluvio delle pietre, ed aiutata forse anche dal terremoto, percorse le rive opposte del lago, e spazzò via tutte le abitazioni: da Morges a Vevey, tutte le città del litorale furono demolite, e non s'incominciò a rifabbricare che nel secolo seguente; Ginevra fu perfino in parte ricoperta dalle acque, e il ponte del Rodano asportato. A Troyon e a Morlot, questi disastri sarebbero stati causati da un franamento di cui

Fig. 167. — Degradazione prodotta dalle acque a traverso la via romana da Soissons a Senlis.

si vedonno ancora le tracce su di una montagna che domina la vallata del Rodano immediatamente al disopra del suo delta. Ne sarebbe risultato la formazione di un lago temporario, ed allorchè avvenne la distruzione della diga di sbarramento, l'inondazione avrebbe devastato le rive del Lemano; tuttavia il rialzamento delle acque prodotto dall'improvvisa rottura del bacino d'acqua situato al disopra della porta di San Maurizio, non avrebbe potuto avere che una debole importanza relativa sul livello del Lemano. Per spiegare il disastro bisogna ammettere che un lembo della montagna sia caduto nel lago stesso.

Si contano a centinaia i grandi franamenti di rocce che hanno avuto luogo, durante i secoli storici, nelle Alpi e nelle montagne vicine. Nel 1248, quattro villaggi posti alla base del monte Granier, non lontano da Chambéry, furono inghiottiti sotto enormi ammassi di rovine calcaree, che le acque hanno poi diversamente disperse e modellate a guisa di monticciuoli; piccoli laghi, conosciuti sotto il nome di *abissi*, appaiono sparsi in mezzo a questi antichi avanzi, ricoperti in oggi dalle coltivazioni. Nel

1618, il franamento del Monte Conto seppellì i 2400 abitanti del villaggio di Piuri, presso Chiavenna; due dei cinque picchi dei Diablerets crollarono, l'uno nel 1714, l'altro nel 1749, ricoprirono i pascoli d'uno strato di cento metri di frantumi, e, sbarrando il corso del torrente di Lizerna, formarono i tre laghi di Derborenza che sussistono ancora. Allo stesso modo, il Bernina, il Righi, il Dent-de-Mayen hanno ricoperto coi loro rottami vaste estensioni di terreni coltivati; un brano della cresta superiore del Dent-du-Midi è crollato, minacciando di arrestare il Rodano al disopra di San Maurizio, e per molto tempo dovettero affaticarsi torme di operai per sbarazzare il terreno dalle rocce cadute, avvertiti dal tuonar del cannone, allorchè si preannunciava una caduta, e che occorreva ad essi di cercare un luogo di rifugio.

Ma la caduta di un pezzo del Rossberg, il 2 settembre 1806, è, di tutte le catastrofi di tal genere, quella che ha lasciato il più spaventevole ricordo. Questa montagna, situata al nord del Righi, nel centro dello spazio peninsulare formato dai laghi di Zug, d'Egeri e di Lowerz, consiste in strati di un conglomerato compatto che riposa su letti d'argilla disciolti dalle acque d'infiltrazione. A un'epoca sconosciuta lo sfasciamento di un contrafforte aveva già schiacciato il villaggio di Rotten; ma, nel 1806, la catastrofe fu più terribile ancora. La stagione che stava per finire era piovosa, e gli strati d'argilla s'erano gradatamente cangiati in una massa fangosa; alla fine, le rocce superiori, venendo a mancare d'appoggio, cominciarono a scivolare sui declivi sollevando davanti ad esse le terre alla stessa guisa che la prora di un bastimento solleva l'acqua del mare. Lo squagliamento ebbe luogo d'improvviso. In un momento l'enorme massa, colle sue foreste, colle sue praterie, co' suoi paeselli, co' suoi abitanti, fu travolta nella pianura: le fiamme prodotte dallo sfregamento delle rocce urtantesi, si slanciarono a gruppi dalla montagna sventrata: l'acqua degli strati profondi trasformata d'un tratto in vapore, fece esplosione, e quantità enormi di pietre e di fango furono lanciate come dalla bocca d'un vulcano. Le ridenti campagne di Goldau (la vallata d'Oro) e quattro villaggi abitati da circa mille persone disparvero sotto l'ammucchiamento dei frantumi, il lago Lowerz fu colmato in parte, e l'onda furiosa che lo scoscendimento lanciò contro le rive, fino a venti metri d'altezza, spazzò via tutte le abitazioni. La catastrofe s'era compiuta in una maniera talmente rapida che gli uccelli andarono uccisi nell'aria. La parte della montagna franata non aveva meno di quattro chilometri di lunghezza su 320 metri di larghezza media e 32 metri di spessore; è una massa di più di quaranta milioni di metri cubi.

Uno scoscendimento meno considerevole, ma studiato con maggior cura, ebbe luogo in un'altra parte della Svizzera, nella valle di Sernft nel 1881; è il cataclisma che distrusse una metà del villaggio d'Elm. L'imprevidenza umana fu causa di questo disastro. Nella località di cui

trattasi, le cave erano infatti state aperte, da secoli forse, incominciandole da una scarpata d'ardesie, la cui inclinazione era assai forte, e i lavori venivano proseguiti senza che alcuno si curasse di puntellare la roccia. La catastrofe era attesa assai prima che lo scoscendimento avesse luogo; un crepaccio s'era formato nel suolo al disopra delle cave, ed ogni anno si faceva più largo e più profondo. Alla perfine si determinò la rottura; la massa rocciosa di dieci milioni di metri cubi franò subitaneamente sul villaggio d'Unterthal e venne ad urtare obliquamente ai fianchi di una montagna opposta, che respinse di nuovo nella pianura l'enorme valanga di pietre. Una colonna d'aria che precedeva la frana, faceva turbinare davanti a sè le capanne, gli alberi e gli uomini, mentre a fianco della corrente di pietre, l'atmosfera restava perfettamente calma, e non un filo di fieno volò via dai mucchi accatastati nelle praterie. Nella pianura, le ardesie e le terre, a guisa di correnti di lava, scivolavano sul suolo quasi unito con una velocità di 120 metri per minuto secondo (1).

L'autore di queste pagine si trovava allora ad Interlaken (altro esempio delle trasformazioni del suolo, inquantochè tutta questa pianura verdeggiante non è che un'alluvione recente) e visitando il luogo del disastro alcune settimane più tardi fu testimonio del terrore degli abitanti e dello stoicismo loro che rasentava l'indifferenza. Singolare miscuglio di sentimenti opposti. Non appena una catastrofe ha gettato il lutto in una regione, che sulle rovine stesse si fa ressa per ricostruirvi le abitazioni, senza allontanarsi dalla montagna sempre minacciosa. Si fa fondamento sulla brevità della vita umana. E, invero, non saranno che i figli dei figli che subiranno un nuovo franamento.

Queste cadute non sono che fenomeni di second'ordine, in paragone ai risultati che produce l'azione lenta degli agenti atmosferici, dei ghiacci e delle acque torrenziali. Sono questi infaticabili lavoratori, che, colla loro opera incessante, hanno allargato le prime screpolature apertesi nello spessore delle rocce, e scavato tutta questa rete di andirivieni, di circhi, di combe, di gole, di chiuse, di valli e vallicelle, le cui innumerevoli ramificazioni dànno tanta varietà all'architettura delle montagne. Mediante questo lavorìo continuato senza tregua, le alte cime vengono lentamente ad abbassarsi, e i materiali tolti ai declivì vanno a disporsi lontano nelle pianure dei continenti, e nelle acque del mare.

La temperatura agisce sul suolo, dilatando il calore i corpi, ed il freddo invece restringendoli. Durante il giorno, le molecole delle rocce si dilatano sotto l'influenza dei raggi solari: alla notte all'opposto si rattraggono in conseguenza dell'irradiazione notturna, in maniera che la massa totale si eleva e si abbassa di una quantità che non è sempre inapprez-

(1) Eliseo Reclus, *La Terra*, 1, p. 205

zabile mercè gli strumenti. Secondo un gran numero di osservazioni fatte d'ora in ora, giorno e notte, in diverse stagioni, al nostro Osservatorio di Juvisy, noi abbiamo constatato che la temperatura dell'interno dei muri varia annualmente da 4° (e fors'anche di più) al disotto di zero, fino a 37° sopra zero. Questo salto di ben 41 gradi centigradi produce una differenza di volume sensibile nei materiali che costituiscono le mura, le pietre, il ferro e il legname; laonde ne consegue che tutti gli edificì, sono più elevati, più lunghi, più larghi e di maggior spessore alla sera di quanto nol siano al mattino, e alla fine dell'estate più che non alla fine dell'inverno. Durante l'estate, si osservano talvolta differenze da 10 a 12 gradi centigradi, in un intervallo di dodici ore, nel mezzo stesso dello spessore dei muri. Le molecole costitutive di tutti i muri — in apparenza così solidi — di tutte le case non si toccano d'altronde, e sono costantemente in moto. All'Osservatorio di Santiago (Chilì) posto su di una collina, le osservazioni del signor Moesta hanno mostrato che la collina si eleva e si abbassa alternativamente nello spazio di ventiquattr'ore. La temperatura interna del suolo può produrre notevoli variazioni alla superficie. Babbage ha calcolato che un salto di temperatura di 50 gradi centigradi, facendosi sentire nei terreni su uno spessore di otto chilometri, determina un movimento di sette centimetri alla superficie.

Fenomeni analoghi possono essere determinati da altre cause. In Irlanda, la collina su cui è eretto l'Osservatorio d'Armagh, si inalza insensibilmente dopo le pioggie, e poscia, allorchè un'evaporazione attiva ha fatto sparire l'acqua che gonfiava i pori, essa si abbassa di nuovo. All'Osservatorio di Ginevra, i livelli hanno indicato al signor Plantamour un'oscillazione annua, corrispondente alla temperatura: l'oscillazione, abbastanza forte nel senso est-ovest, lo è un po' meno nel senso sud-nord. All'Osservatorio di Neuchâtel, il signor Hirsch ha constatato che la collina del Mail, su cui fu costrutto quell'edificio, oscilla annualmente intorno alla verticale: essa gira ogni estate da sinistra a destra, ed ogni inverno da destra a sinistra; oltre a ciò, fino dalla fondazione di quell'Istituto (1859) sì l'Osservatorio che la sua base s'inchinano gradatamente verso l'ovest, senza dubbio in seguito a scorrimento del terreno.

Se questi movimenti del suolo presentano relazioni cogli Osservatorì, non è già che questi stabilimenti siano meno solidamente impiantati, e meno stabili delle altre costruzioni dell'uomo; ed anzi è l'opposto che si verifica; ma semplicemente perchè vi sono state fatte osservazioni precise. Noi possiamo concludere con certezza che *ovunque il suolo terrestre è in movimento ed in trasformazione.*

Un altro esempio delle elevazioni e degli abbassamenti del suolo ci è offerto, per quanto concerne il fondo dei mari, dalle isole di coralli, o atolli. Queste isole, in forma di anelli, sono costruite dai coralli, che non possono prosperare che ad una debole profondità al disotto del livello

Il terremoto.

del mare, e che non possono parimente vivere oltre la sommità delle onde. La loro elevazione è dunque costantemente in rapporto con quella del livello delle acque. Se un'isola, intorno alla quale i coralli si sono stabiliti verso il livello dell'ondeggiare delle maree, è in via di abbassamento, i coralli si faranno grandi come alberi a misura che la loro base si sprofonderà, ma essi si manterranno sempre a livello delle acque. Quando l'isola sarà scomparsa, essi oltrepasseranno la sua cima, e si eleveranno sotto forma d'un anello più o meno regolare. Si può rendersi conto delle diverse fasi dello sviluppo di un banco di corallo, mediante la figura 169, che rappresenta tre livelli successivi (1, 2, 3) del mare, corrispondenti all'abbassamento di un'isola. Sprofondandosi l'isola, la massa d'acqua al disopra d'essa aumenta progressivamente; è come se il livello del mare si elevasse, e l'isola di corallo raggiunge nel tempo stesso le altezze corrispondenti *A*, *B*, *C*. Si incontrano nell'oceano Pacifico e nell'oceano Indiano isole di corallo che si sono così elevate, mediante il solo lavorìo dei polipi, fino a più di mille metri di altezza verticale, pressochè a picco.

Sono gli atolli (fig. 170), indipendentemente dal loro carattere geologico, ammirabili formazioni naturali. Il banco è sufficiente per arrestare le onde del mare più agitato; l'acqua gorgoglia in bianca schiuma lungo i banchi corallini, e li segnala da lungi ai marinai, mentre l'interno dell'atollo rimane calmo come un lago. Attraverso l'onda translucida, sotto l'intenso sole del mezzodì, si vede la foresta rosea fiorire in fondo alle acque; a legioni, a miriadi, i fiori del corallo moltiplicano le loro brillanti stelle; tutto è gioia, luce e vita in questi nuovi giardini delle Esperidi; il muschio, variopinto esso pure, che colma gli intervalli è composto di milioni di animalucci coralliari. I piccoli architetti vivono e lavorano senza tregua. La tempesta può strappar via enormi blocchi; ma notte e giorno la popolazione vivente pone riparo alle perdite facendosi sempre più numerosa. Niun colosso del regno animale, nessuna ostinata persistenza nel regno umano edificò alcunchè che possa rivaleggiare colle isole immense, lentamente elevate dal corallo in seno ai mari.

Come si vede, l'applicazione delle cause attuali alla trasformazione perpetua del globo terrestre, spiega tutti i cangiamenti sopravvenuti alla superficie del nostro globo; i tempi geologici non hanno differito dai nostri come modo d'operazione, ma solamente come grado, e la nostra epoca diverrà essa pure, in avvenire, un'epoca « geologica »; vi si ritroveranno allo stato fossile i vestigi dell'età in cui noi viviamo ora, e allora forse la razza umana più progredita, in cui si saranno gradatamente trasformati i nostri successori, non degnerà accordare il titolo d'esseri umani ai nostri scheletri fossili, troppo grossolani e troppo barbari per l'elegante avvenenza delle beltà future.

Ma, dal fatto che le cause attuali bastano a tutto spiegare, non è a inferirsi perciò che le trasformazioni si siano sempre effettuate mediante procedimenti lenti e silenziosi. Vi sono realmente, di tratto in tratto, nella natura come nell'umanità, vere rivoluzioni. Le inondazioni, marittime o fluviali, spesso formidabili, le eruzioni vulcaniche, i terremoti, i cicloni, le tempeste, le bufere, gli scorrimenti di terreno, gli improvvisi scioglimenti dei ghiacci, sono altrettanti fenomeni di cui la estensione resta, a vero dire, localizzata in certi distretti, ma che non hanno però meno una reale azione, e spesso notevole anzi, per concorrere alla modificazione incessante del globo. Ercolano, Pompei, Stabia, furono inghiottite sotto le ceneri del Vesuvio. Molte e molte città vennero rovesciate da scosse di terremoto, o distrutte dalle inondazioni, o devastate da cicloni. Chi non si ricorda storicamente della catastrofe di Lisbona nel 1755? Chi non si ricorda personalmente delle più recenti: inondazioni di Murcia nel 1879; terremoto d'Ischia (28 luglio 1883, 2443 vittime), eruzione di Krakatoa (26-27 agosto 1883, 40 000 vittime); terremoto di

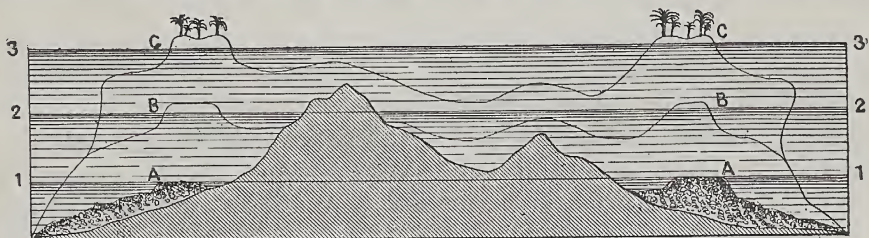



Fig. 169. — Sezione verticale di un'isola di coralli, che dimostra le sue fasi successive.

Spagna (25 dicembre 1884, 2500 vittime); terremoto dell'Asia centrale, vallata di Cascemire, Baramula (17 giugno 1885, 2700 vittime). L'eruzione di Krakatoa è stata, secondo ogni probabilità, il più gran fenomeno geologico della storia intera dell'umanità (1). Questo vulcano formidabile dello stretto della Sonda ha strappato dalle viscere della terra più di diciotto miliardi di metri cubi di materia di cui due terzi sono ricaduti nel perimetro di un circolo di quindici chilometri di raggio, e il resto fu disseminato, sotto forma di vapore acqueo forse dissociato, di idrogeno, di polveri finissime, ad altezze tali nell'atmosfera, che un anno più tardi l'elevazione dei bagliori crepuscolari, prodotti da queste polveri, si librava ancora a 70 chilometri! Il fragore della detonazione fu udito fino agli antipodi del vulcano! La commozione marina attraversò gli oceani e giunse alle coste di Francia! Lo scompiglio atmosferico è stato tale che fece il giro del mondo in trentacinque ore, e lo ricominciò due volte; tutti i ba-

(1) Siffatta qualificazione non è esagerata. Veggasi la nostra *Rivista mensile d'Astronomia popolare*, anno 1884.

rometri degli Osservatorî si abbassarono al passaggio dell'onda atmosferica. Questo violento cataclisma, senza precedenti nella storia dell'umanità, ha modificato tutto lo stretto della Sonda, il fondo del mare, le isole, le spiagge, ecc.; e le modificazioni continuano attualmente (1885) mediante le correnti del mare e colla prosecuzione delle eruzioni di Giava. L'eruzione dello Skaptar Jokul, nel 1783, vomitò fiumi di lava tali che il volume di tutti questi fiumi riuniti rappresenta una massa eguale a quella del Monte Bianco! Non si saprebbe mettere in dubbio che queste cause diverse abbiano avuto in tutti i secoli della storia della Terra una azione reale, sia per inghiottire i cadaveri degli esseri viventi, e conservarli più o meno completamente, sia per modificare la superficie del globo in tutte le sue parti.

Senza ammettere con Cuvier un cataclisma diluviale spaventevole che avrebbe completamente trasformato i continenti, or sono cinque o seimila anni, e pur spiegando un gran numero dei trasporti e dei depositi per mezzo dei torrenti e delle alluvioni, non si possono respingere assolutamente le tradizioni e i ricordi antichi relativi al diluvio di Noè o di Deucalione. L'esagerazione orientale del racconto biblico (e quella dei commentatori occidentali che è molto meno scusabile) ha condotto un gran numero di persone colte ma scettiche, a tutto respingere, mettendolo in conto di favola e chiudendo orecchio alle voci del passato. È un altro genere di esagerazione in cui è opera savia il non cadere. Le tradizioni antiche sono troppo concordanti perchè noi possiamo dubitare d'una inondazione, manifestatasi verso quell'epoca nella regione del monte Ararat in Armenia. Senza dubbio, le prime tribù umane che incominciavano a svegliarsi colà all'aurora della civiltà, ebbero a subire una sommersione prodotta da qualcuno dei tre mari che circoscrivono quella regione (mar Caspio, mar Nero, e mar Mediterraneo) o forse più semplicemente dall'Eufrate. Osserviamo a questo proposito che la riunione del Tigri e dell'Eufrate data dall'epoca umana: in sessant'anni il delta di questi fiumi si inoltra attualmente di tre chilometri, e si ammette che esso usurpò ben 64 chilometri del golfo Persico nel corso dei venticinque ultimi secoli. Checchè ne sia di tali cataclismi, essi esistono nella storia e fanno parte delle cause che noi abbiamo testè studiate per renderci conto della trasformazione secolare del nostro pianeta.

A tutte queste trasformazioni attuali del suolo, già così innumerevoli, noi dovremmo aggiungere ora altresì quella dei climi, che sorpassa tutte le precedenti in importanza, per la sua influenza sulle metamorfosi secolari della vita vegetale e animale. Le correnti del mare. modificandosi colle variazioni di livello dei bassi fondi e delle spiagge, coll'apertura e coll'allargamento degli istmi, coll'ingrandimento degli stretti, colla distruzione dei capi, coll'elevazione delle terre e coll'abbassamento delle temperature secondo le altezze, le correnti del mare, diciamo noi, baste-

rebbero da sole per modificare considerevolmente il clima delle diverse regioni. Senza l'oceano e senza il gulf-stream a modo d'esempio, che viene a bagnare colle sue acque tiepide le rive della Francia, dell'Inghilterra, dell'Olanda, della Svezia, le nostre regioni sarebbero assai più fredde di quanto lo siano ora, e in luogo di ricevere venti d'ovest caldi e fecondanti come quelli che si riversano sulla Francia, noi avremmo a Parigi il clima di Cracovia, di Poltava o dei Cosacchi del Don. Aggiungasi che la quantità d'acqua che cade annualmente su ogni paese, dipende dall'evaporazione dei mari, dalla direzione dei venti, dal rilievo del suolo e la sua azione sulla vita varia colla costituzione geologica dei terreni su cui essa cade, e collo stato della loro superficie. Tutto ciò cangia. Aggiungasi ancora che l'obliquità d'ogni regione relativamente ai raggi del sole va-

Fig. 170. — Un'isola di coralli.

ria leggermente di anno in anno: il clima di Parigi, per esempio, oscilla fra quello d'Orléans e quello di Amiens, e fors'anco di più, se l'oscillazione dell'obliquità dell'elittica è più forte di quanto la si giudichi. Noi avremo opportunità di esaminare più innanzi questa importante questione della variazione secolare dei climi. Vi sarebbero altresì da mettere in discussione le variazioni possibili della latitudine, cui recenti osservazioni sembrano far accenno, e così pure i cangiamenti del piano orizzontale, segnalati dal pendolo e dai livelli... Ma i nostri lettori sono oramai sovrabbondantemente istrutti sul principio, e noi non abuseremo più a lungo della loro perseverante attenzione.

Questo generale riassunto ha oltrepassato di molto i limiti abituali di un capitolo. Tuttavia era sommo interesse per noi il riunire in un me-

desimo quadro tutti questi *fatti*, che devono d'ora innanzi servire di base alla nostra conoscenza geologica del pianeta. Essi stabiliscono chiaramente che sotto i nostri stessi occhi l'opera della creazione — e cioè della trasformazione perpetua delle cose e degli esseri — prosegue, invitandoci a giudicare del passato mediante il presente, a vedere negli avvenimenti attuali la spiegazione di tutto ciò che si è compiuto dalla nebulosa terrestre, dal protoplasma, dalla prima pianta, dal primo animale, fino allo stato attuale della natura — e l'imagine di tutto ciò che si compierà fino alle epoche più remote dell'avvenire. Gli effetti continueranno a seguire le cause. L'avvenire è in germe nel presente, come il presente era in germe nel passato. Colui che sapesse leggere il linguaggio degli atomi, indovinerebbe, fino da oggi, lo stato futuro della Terra e dell'umanità. Ci basti per ora d'aver constatato, d'aver *comprese* le trasformazioni attuali del suolo e di sapere che « il mondo prima della creazione dell'uomo » è stato prodotto, conservato e gradualmente trasformato dalle stesse cause naturali che continuano ad agire sotto i nostri occhi.

Negli esseri viventi, questa trasformazione è un'epurazione, un'ascensione, un progresso verso una perfettibilità indefinita. La storia di un mondo è l'albero genealogico del suo progresso.

CAPITOLO III.

LO SVILUPPO DELLA VITA.

La comparizione dei pesci. — Il periodo devoniano.

I documenti numerosi e svariati che noi abbiamo testè esposti e comparati fra loro, nell'intento di comprendere esattamente il modo di formazione dei terreni e l'opera permanente della natura nella metamorfosi incessante del globo, non devono averci fatto dimenticare l'epoca a cui noi ci siamo soffermati in questa descrizione generale del mondo ante-umano. All'opposto, quest'esposizione ci ha permesso di renderci conto delle vie e dei mezzi impiegati dalla natura nell'organizzazione d'un pianeta qual è il nostro. Ammessi nel laboratorio dell'opera sua, iniziati ai segreti della sua potenza, noi apprezziamo nella sua semplicità grandiosa il lavoro geologico che incessantemente si compie, e al disopra di questa trasformazione di tutti i giorni, noi vediamo elaborarsi nel tempo stesso l'ascensione graduale del regno vegetale e del regno animale nell'armonia delle cose e degli esseri. Tutto si modifica lentamente, colle condizioni stesse della vita. E fu sempre la stessa cosa, senza rivoluzioni fantasmagoriche, senza bruschi cambiamenti di scena. L'universo non è già un teatro di cartone, e il Creatore non è un autore drammatico: l'universo è un'opera in uno stadio di perpetuo divenire: Dio ne è il pensiero direttivo. Lo studio paziente dei fatti rivela mirabili concatenazioni

fra tutte le formazioni geologiche, fra tutte le organizzazioni vegetali o animali. Alla fine della sua vita, e poichè aveva avuto tempo, a suo agio, di molto osservare e di molto meditare, il gran geologo d'Omalius d'Halloy, scriveva: « Io stento a credere che l'autore della natura abbia in epoche diverse fatto perire tutti gli esseri viventi per darsi il piacere di crearne dei nuovi, i quali, seguendo le stesse linee generali, presentano differenze successive, tendenti a giungere alle forme attuali. » L'antica e teatrale interpretazione dell'opera della natura deve far posto oggidì ad una concezione più conforme alla semplicità, non meno che alla grandiosità dei fatti osservati.

Tutte le cosmogonie primitive decantano che la Terra è « figlia dell'Oceano ». Non è questo un mito; è la realtà stessa.

Noi abbiamo visto la vita apparire in seno alle acque tiepide dell'epoca primordiale sotto forma d'organismi piccolissimi e semplicissimi, sorta di grumi gelatinosi associati, protisti, infusori, diatomee, alghe, bilobiti, chondriti, molluschi briozoarî, zoofiti, polipi, echinodermi, brachiopodi, trilobiti, ecc. Le prime isole incominciarono ad emergere dal suolo, e sulle prime rive, basse ed umide, i molluschi marini e le piante marine incominciarono ad avventurarsi, tentando di acclimarsi alle nuove condizioni d'esistenza. Nell'aria umida, sotto un'atmosfera grave e tepente, le felci già stanno per acquistare il loro opulento fogliame, e già sul suolo sgombro dalle acque si vedono apparire anellidi, crostacei ed aracnidi, granchi e scorpioni.

Ma, fino al presente, durante milioni d'anni d'esistenza, durante la lunga serie dei periodi laurenziano, cambriano e siluriano, il pianeta terrestre non fu ancora animato alla sua superficie da un solo essere di ordine superiore. Il regno vegetale non è rappresentato che da crittogame: il regno animale solo da invertebrati. Nella moltitudine di queste piante, non un fiore, non un frutto, non un vero albero; lo sguardo dell'osservatore non avrebbe potuto scoprire nè la più modesta rosa selvaggia, nè centauree, nè rosolacci, nè pervinche, nè gigli; non un salice, nè una quercia, nè una betula, nè un pioppo; nulla di tutto ciò che costituisce oggidì la bellezza dei nostri paesaggi. Non havvi che muschio, talvolta altissimo, arborescente, e piuttosto giallo che verde. Nella moltitudine di questi animali non si sarebbe parimente potuto scoprire veruno di quelli che rappresentano ai giorni nostri la più importante popolazione della terra, non un quadrupede, non un uccello, non un rettile, e neppure un pesce!

Singolar mondo e bizzarro, e che pure già aveva in sè stesso, allo stato di germe, tutto quanto esiste oggidì! Esso è già la Terra, patria nostra; e non è nè la Luna, nè Venere, nè Marte, nè Giove, nè Saturno. Il dado è gettato. La via è dischiusa. Il mondo cammina. La natura che opera senza posa, sviluppa gradatamente l'opera sua. Non vi sarà più un mi-

nuto di riposo. Notte e giorno ogni atomo gravita verso l'attrazione che lo governa; ogni molecola cerca la luce, il calore, la fecondità; ogni essere desidera un ideale invisibile e non vuole morire che dopo essersi accostato al suo sogno fantastico.

Fin qui, la natura è muta. Essa ha incominciato a vedere per mezzo della tribolite; fino ad essa sembra esser rimasta cieca; con essa l'occhio si è dischiuso alla luce, e, di progresso in progresso, quest'organo andrà perfezionandosi e si animerà per divenire un giorno l'occhio dell'aquila... della gazella... del cane... del leone che contempla... dell'uomo che pensa, e lo sguardo della donna che ama... Fin qui inoltre tutti gli esseri viventi sono rimasti sordi e muti; in nervo uditivo sta per formarsi, per vibrare la prima volta, per dare gradatamente origine all'orecchio;

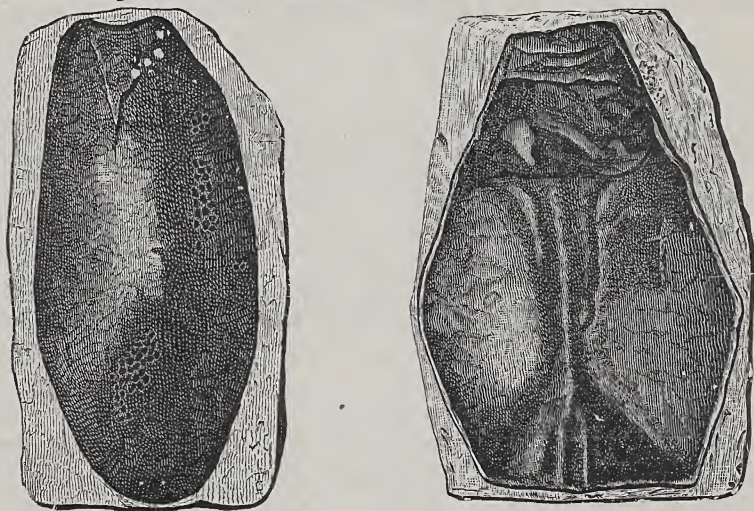



Fig. 172-173. — I primi pesci. — Periodo devoniano.
Scaphaspis Llyodii e Pteraspis rostratus (grandezza naturale).

la laringe, la lingua già stanno per permettere ai suoni di formarsi, dapprima inarticolati, poi di grado in grado modificati da modulazioni diverse, essi fischieranno nella bocca del serpente, ruggiranno nelle fauci della bestia feroce, canteranno nell'ugola dell'usignuolo e avranno compimento col linguaggio umano, che, per la sua ricchezza, la sua eloquenza e il suo fascino, ha guidato l'umanità nella sua via intellettuale, creato la lingua scritta, fondato le tradizioni e la storia, patrimonio delle età scomparse, e che, fissandone il pensiero, imprime nella razza umana il suo vero carattere di nobiltà e di grandezza. L'occhio, l'orecchio, vedere e intendere, poi parlare! Quale progresso in confronto all'epoca primordiale in cui la natura, non ostante la luce nascente, e i rumori del vento o delle onde, era rimasta durante tanti secoli assolutamente cieca

e sorda! Se il dotto analitico, se il pensatore, non muovono più alcun passo sul suolo che penetrati d'un profondo rispetto per questo enorme cumulo di polvere dei secoli vissuti, essi sono scossi da un sentimento ancor più intimo al ricordo di tutti i progressi compiutisi; essi nutrono certo senso di riconoscenza pei primi occhi oggidì pietrificati che si sono aperti quaggiù, pei primi esseri che fremettero al fragore dell'uragano e della tempesta, che hanno udito alcunchè, che hanno tentato di gridare!... Forse al leggere queste linee, nobili persone d'alto linguaggio, asserragliate in un fatuo orgoglio, sorrideranno di siffatti sentimenti. Essi si vanteranno di non dover nulla ai loro precursori, di nulla aver conservato di naturale nelle loro facoltà. Non contrariamoli. Nè la morbida epidermide delle rose, nè la purezza del giglio, nè il profumo delle praterie, nè l'ombra solitaria dei boschi, nè l'azzurro del cielo, nè la foga dell'uragano, nè la freschezza delle acque, nè il gorgheggio degli uccelli, nè il battito dell'ali intorno ai nidi, nè il canto dell'allodola, nè l'inalterabile affezione del cane, nè la grazia dei piccoli gatti che scherzano fra di loro, nè l'astuzia delle scimie, diedero loro alcunchè, nè vi lasciarono traccia alcuna. Isolati sulla scena della natura, essi sono perfino ridivenuti ciechi e sordi, ed hanno occhi per non più vedere, e orecchie per non più sentire. Lasciamoli nel loro isolamento, e rimandiamoli a Pascal, il quale, già all'aurora del regno delle scienze naturali, ha scritto, senza mettervi soverchia reticenza, sulla fronte della loro chiesuola: « *Chi vuol far l'angelo, fa la bestia.* »

Il periodo devoniano, figlio ed erede del periodo siluriano, inauguratore dell'età primaria, segna un progresso ragguardevole nel mondo organico: appariscono nelle acque i primi vertebrati, e cioè i pesci.

I pesci sono i più umili, i più rudimentari, i più primitivi degli animali provveduti di vertebre, e la loro apparizione paleontologica all'epoca d'origine delle vertebre, è un argomento che viene ad unirsi a tutti i precedenti in favore della teoria dell'evoluzione graduale degli esseri viventi.

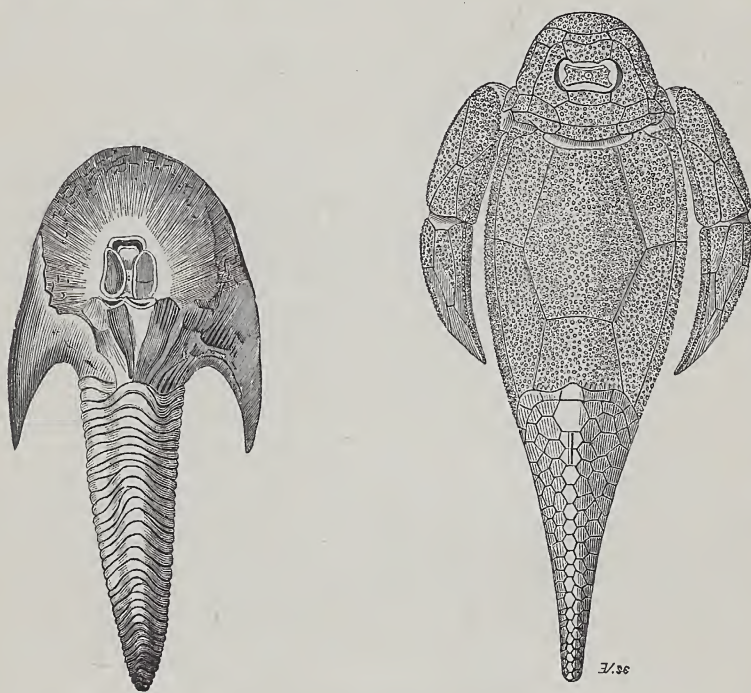
Il loro cervello è piccolissimo e rappresenta ciò che vi ha di meno perfezionato fra le vertebre; il loro midollo spinale è rudimentale, il loro sistema nervoso poco sviluppato: essi non hanno ancora organi di prensione, e metà della loro potenza risiede nella bocca; la testa è abbastanza ben formata, l'odorato è assai sensibile, l'occhio vede bene; l'orecchio ha inizio, e taluni pesci percepiscono perfino suoni delicati, ma essi non possiedono ancora la voce: la natura ha cessato dall'essere sorda, ma non cessò ancora dall'essere muta, e tutti gli esseri viventi rimangono silenziosi. Lenta elaborazione del progresso! I sessi esistono e sono separati in individui distinti; ma in questi animali a sangue freddo, questa separazione non implica la dolce legge del reciproco avvicinamento. Essi non conoscono questa attrazione, riservata alle crea-

ture dell'avvenire; il desiderio lo ignorano; il sentimento affettivo nato dall'unione, anche passeggera, od anche solo dal desiderio, è per essi lettera morta. Incapaci d'amore, essi sono parimente incapaci d'affezione paterna, materna o filiale. Quale distanza dal pesce all'uccello! E quanti gradini ha la natura ancora da scendere. Ogni pesce rimane isolato. Mangiare od essere mangiato: ecco tutto il suo destino. La femmina seminerà migliaia d'uova di cui i novantanove centesimi andranno perduti per l'opera della vita; essa le abbandona come un fardello superfluo, e non ha alcuna preoccupazione dell'avvenire e anzi le divengono così estranee come se fossero cadute dal cielo. Il maschio passa alcuni giorni al disopra di queste uova, e lascia fuggire un liquido che le feconda; egli non le conosce gran che d'avvantaggio, e non sono già suoi figli, ma figli della natura. Poveri amori! povera vita!

E nondimeno, quale superiorità sul mollusco che si arrampica faticosamente alla superficie del suolo acquitrinoso! quale leggierezza! quanta maggior libertà! Si suol dire: allegro come un pesce! Senza dubbio, tutto è relativo. S'egli non conosce i nostri ardori, non conosce per altro le nostre pene. Egli guizza nell'azzurro trasparente, visita sempre nuove spiaggie, si precipita in fondo ai mari, mobile come l'onda che gli è madre, vero figlio dei flutti, e talvolta si avventura perfino nell'acqua dolce dei fiumi per conoscere nuovi paesi. È già un reame il suo. Qual meraviglia non è il vedere, con movimenti di coda quasi insensibili, con una grazia inimitabile, il pesce dai riflessi argentei guizzare con agilità nelle acque, cangiar direzione, piombare sulla preda, librarsi in seno alle onde o lasciarsi cullare come un fiore vivente secondo la corrente del liquido elemento. Perfin dormendo, egli nuota ancora. E quali meravigliosi colori nei mari tropicali! Il pesce è una nuova sosta della forza vitale verso la luce e verso la libertà!

Anche a suo riguardo per altro vi sono gradini di transizione. I primi pesci non avevano nè quell'eleganza nè quella leggiadria che ci affascinano oggi. Anch'essi hanno progredito, e molto. I più antichi pesci fossili scoperti nei terreni dell'epoca primaria sono pesci corazzati. Essi vennero conservati nel piano *devoniano*, primo strato dell'epoca primaria (riveggasi la descrizione dei terreni, pagina 221, e i quadri, pagine 221 e 222), il qual piano devoniano affiora alla superficie del suolo in Inghilterra (contea di Devonshire, Shropshire, Herefordshire, ecc.), in Francia (Ardenne, Orne, Cotentin, Sarthe, Mayenne, Ille-et-Vilaine, Vosgi, altipiano centrale, Linguadoca, Pirenei), in Germania (rive del Reno, Nassau, Westfalia), in Spagna (Asturie), ecc. Questi primi pesci corazzati hanno ricevuto il nome di *ganoidi* (1) perchè avevano più apparenza che non

(1) Etimologia: γανος, splendore, ειδος, apparenza.

realtà, in questo senso, che la loro ossificazione era incompleta, ch'essi erano deboli, e che il loro corpo appariva protetto da grandi piastre e da scaglie ossee, coperte di uno smalto brillante. Così, in questi primi pesci, lo scheletro era incompleto. Sono essi pesci veramente? Non son piuttosto i cugini dei crostacei? Esaminateli voi stessi, e giudicatene. Noi ne riproduciamo due (fig. 172 e 173) secondo il signor Gaudry, lo *Scaphaspis Lloydii* (etimologia: σκαφμ, barca, e ασπις, scudo) ed il *Pteraspis rostratus* (etimologia: πτερος, ala e ασπις, scudo), trovati l'uno e l'altro nel terreno devoniano inferiore di Crodley (Herefordshire). Per

Figg. 174-175. — I primi pesci. — Periodo devoniano
Cephalaspis Lyellii e Pterichtys Milleri (a metà grandezza del naturale).

provare che essi sono realmente pesci d'un carattere affatto iniziale, che segnano il passaggio dall'invertebrato al vertebrato, basta, dice il signor Gaudry, ricordare la storia della loro scoperta. « Nel 1835, nella sua grande opera sui pesci fossili, Agassiz attribuì i loro avanzi a pesci. Un po' più tardi Rodolfo Kner pretese che non fossero avanzi di pesci, e li suppose conchiglie interne di molluschi, analoghe all'osso della seppia. E in realtà, se si paragona il disegno di un osso di seppia a quello della piastra singolare che rappresenta la razza dello *scaphaspis*, non si può a meno d'essere sorpresi dalla loro apparente rassomiglianza. Nel 1856 il signor Ferdinando Rœmer manifestò l'opinione che il fram-

mento, attribuito da Kner ad un mollusco, provenisse da un crostaceo, e considerò la piastra di uno *scaphaspis* del devoniano dell'Eifel come un osso di seppia; egli lo inscrisse sotto il nome di *paleoteuthis* (antico calamaro). Due anni dopo, il signor Huxley studiò la struttura delle piastre dello *scaphaspis*, e dichiarò ch'esse erano realmente ossa di pesci. Ma per togliere ogni dubbio, fu necessario che il signor Ray Lankester avesse, nel 1863, la buona ventura di ottenere un frammento di *pteraspis,* genere vicino dello *scaphaspis*, il quale presentava, contro la sua piastra, alcune scaglie simili a quelle dei pesci. Non v'è da far mara-

Fig. 176. — I primi pesci.
Restaurazione dello schcletro del Coccosteus decipiens, secondo il signor Gaudry.

viglia che eminenti naturalisti, quali Kner e Rœmer, abbiano creduto questi pesci primitivi più prossimi agli invertebrati che non ai vertebrati. E invero, animali vertebrati, che giustifichino il nome loro, dovrebbero avere delle vertebre; lo *scaphaspis* non ne mostra vestigia di sorta, più di quanto ne mostri l'*amphyoxus* dei nostri mari attuali. I

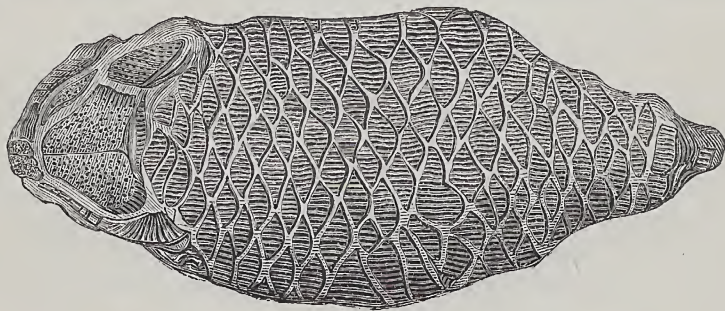



Fig. 177. — I primi pesci. — L'Holoptychus Andersonii.

vertebrati hanno le loro membra sostenute da pezzi solidi: lo *scaphaspis* e i loro alleati non hanno traccia alcuna di questo pezzo o di un osso interno qualsiasi: essi hanno solamente una o più piastre che formano in periferia un lembo di corazza, come nei crostacei (1). »

Così si conferma, sotto tutti i suoi aspetti, la teoria delle concatenazioni del mondo animale e dello sviluppo graduale degli esseri. Noi abbiamo visto, al capitolo della fisiologia (pag. 156), che l'*amphioxus*, ver-

(1) Gaudry. *Fossili primari.*

tebrato senza cranio, segna fisiologicamente il passaggio dagli invertebrati ai vertebrati. La paleontologia è in perfetta concordanza colla teoria fisiologica: i pesci, i ganoidi primitivi, appartengono al tipo dell'*amphyoxus,* così rudimentale quale noi l'abbiamo veduto. Ai due esemplari precedenti aggiungiamo altresì i loro contemporanei trovati nel devoniano inferiore, il *cephalaspis* (1) e lo *pterichtys*, disegnati nelle figure 174-175. Sono essi pure pesci, ma così differenti da tutti quelli che esistono attualmente, che si è imbarazzati nel decidere se sia meglio di classificarli nella sottoclasse dei pesci ossei, oppure in quella dei cartilaginosi. Essi sono sprovvisti di vertebre e di ossa interne. Si cercherebbero invano nella loro testa le disposizioni anatomiche dei pesci attuali; vi si vede uno scudo sul quale riesce impossibile il tracciare le divisioni delle ossa del cranio: la sua forma ricorda quella delle trilobiti. Così la trilobite, che noi vedemmo (vedi pagina 202), signora dei mari primordiali, ha per successore un pesce che le assomiglia, e che divide con essa il regno nel governo dei mari primordiali. L'albero genealogico della vita si mostra all'osservatore in tutte le sue ramificazioni.

Fra questi primi pesci notiamo altresì i *pterichtys* (2) che non sono meno strani. « È impossibile il vedere alcunchè di più bizzarro in tutta la creazione, scriveva Agassiz a proposito di questo animale primitivo. L'ugual maraviglia che provò Cuvier esaminando per la prima volta i plesiosauri, che sembrano dare un'aperta disfida a tutte le leggi dell'organizzazione, l'ho provata io stesso allorchè il signor Miller mi fece vedere gli esemplari di questi pesci da lui riuniti. » Il geologo Miller, che fece questa scoperta — ed altre ancora — e che ha oggidì una statua nel suo paese natale, in Iscozia, non lontano dalla capanna ov'è nato, era un operaio addetto alle miniere; egli, nello spezzare le pietre del terreno devoniano, vi trovava pesci fossili; il suo spirito ne fu maravigliato, e un certo giorno lasciò la zappa per prendere la penna e creare uno dei rami della paleontologia. Come la vita stessa, il patrimonio scientifico dell'umanità è incominciato dai più umili lavoratori, e sono essi ancora, essi sempre, che contribuiscono all'elevazione lenta e progressiva dell'edificio delle conoscenze umane.

Abbiamo riprodotto più sopra (fig. 175) questo singolare pesce primitivo. La sua bizzarra conformazione è tale che si attribuirono i gusci a

---

(1) Etimologia: κεφαλη, testa e ασπις, scudo.

(2) Etimologia: πτερον, ala e ιχθυς, pesce. Con queste etimologie i nostri lettori possono osservare che designazioni consimili, in apparenza barbare, altro non sono che la traduzione greca dall'aspetto dell'animale. Si sostituisce a due o tre parole, una sola, grammaticalmente composta. E la cosa è ancor più chiara quando se ne conosca l'etimologia. In luogo di dire « apparenza e splendore », « testa e scudo », « ala e pesce », si esprime lo stesso pensiero in greco moderno. E come in medicina, allorchè, invece di dire che si ha male al capo, si dice che si soffre di « cefalalgia », e così un mal di ventre diviene una « gastralgia », il raffreddore di testa « corizza ». È già una prima soddisfazione per il medico di designare in greco la malattia del suo cliente, e troppo spesso... è tutto quanto egli può fare per guarirlo.

corazza che di esso si scoprivano, ora a crostacei, ora a tartarughe. Essi hanno una colonna vertebrale, ma non indurita; la metà esterna del corpo è rinchiusa in una corazza, e le loro zampe parrebbero piuttosto fatte per saltare che non per nuotare: la metà posteriore porta scaglie e natatoie. « Si può dire, scrive il signor Gaudry, che questo essere bizzarro è diviso in due parti, una anteriore, mediante la quale si avvicina agli invertebrati, ed una posteriore con cui appartiene ai vertebrati. » Abbiamo sempre le indecisioni primitive della natura, che si inoltra lentissimamente nell'opera sua.

Si trova altresì nei terreni devoniani un genere di pesci più elevato dei precedenti nell'ordine dei vertebrati, il *coccosteus* (1), di cui il signor Gaudry restaurò lo scheletro (fig. 176). La parte posteriore del corpo era completamente nuda: la parte anteriore solidamente corazzata. È ciò che fece dire a Riccardo Owen: « Il *coccosteus* era armato come

Fig. 178. — Trasformazione della coda dei pesci, secondo il signor Gaudry.

un dragone francese con un robusto casco ed una corta corazza: noi vediamo i suoi resti nello stato in cui si potrebbero rinvenire un giorno quelli di alcuni soldati della vecchia guardia di Napoleone, che, essendo stati sepolti vestiti da capo a piedi, fossero rissotterrati, nel campo fatale di Borodino o sulle rive della Dwina. » Il signor Gaudry pensa con Owen che senza dubbio questo pesce nascondesse nel fango la parte posteriore del suo corpo, lasciato senza difesa, e cita a questo proposito l'esempio di un piccolo pesce dell'India, il *Pimelodus gulio*, il cui corpo è nudo e la cui testa porta un casco durissimo; questo pesce, affondandosi nel fango, attende colà che qualche altro pesce passi al di sopra di lui, e lo uccide poi con un vigoroso colpo della sua testa corazzata (2). Facciamo notare inoltre col signor Contejean, fra i più curiosi di questi pesci primitivi, l'*holoptychus Andersonii* (fig. 177).

---

(1) Etimologia: κοκκος, grano e οστεον, osso, in causa delle granulazioni che presenta la superficie delle ossa.

(2) Alberto Gaudry *Le concatenazioni del mondo animale. Fossili primari.*

Tutti questi pesci primitivi differivano molto dai pesci attuali per le loro corazze anteriori, pel loro aspetto generale, pei diversi particolari della loro organizzazione, e per la forma della loro coda. Il dotto scrittore delle *Concatenazioni del mondo animale* ha assai ingegnosamente paragonato i tipi della variazione della coda del pesce, con quelle della colonna vertebrale. Nel primo tipo (fig. 178, *A*) la coda è semplice, la

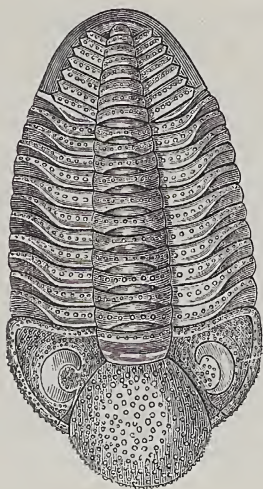



Fig. 179. — Orostacei del periodo devoniano. — Phacops latifrons (Animale disteso).

colonna vertebrale diminuisce gradatamente come in una coda di topo o di lucertola; nel secondo tipo *(B)*, questa colonna si è risollevata ed ingrandita, e vi rimane una coda d'un aspetto irregolare; nel terzo tipo *(C)*

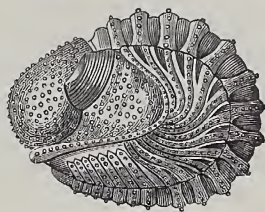



Fig. 180. — Orostacei del periodo devoniano. — Phacops latifrons (Animale avvoltolato).

essa è divenuta biforcuta e serve da timone perfezionato, il che dà ai pesci moderni la loro grazia e la loro agilità. Ora si constata che, benchè certi generi del primo tipo si sieno perpetuati fino ai giorni nostri come le anguille) essi ebbero tuttavia il loro sovrano dominio durante le età primarie; che i secondi hanno dominato nei tempi secondarî: e che i terzi di essi caratterizzano le epoche più recenti.

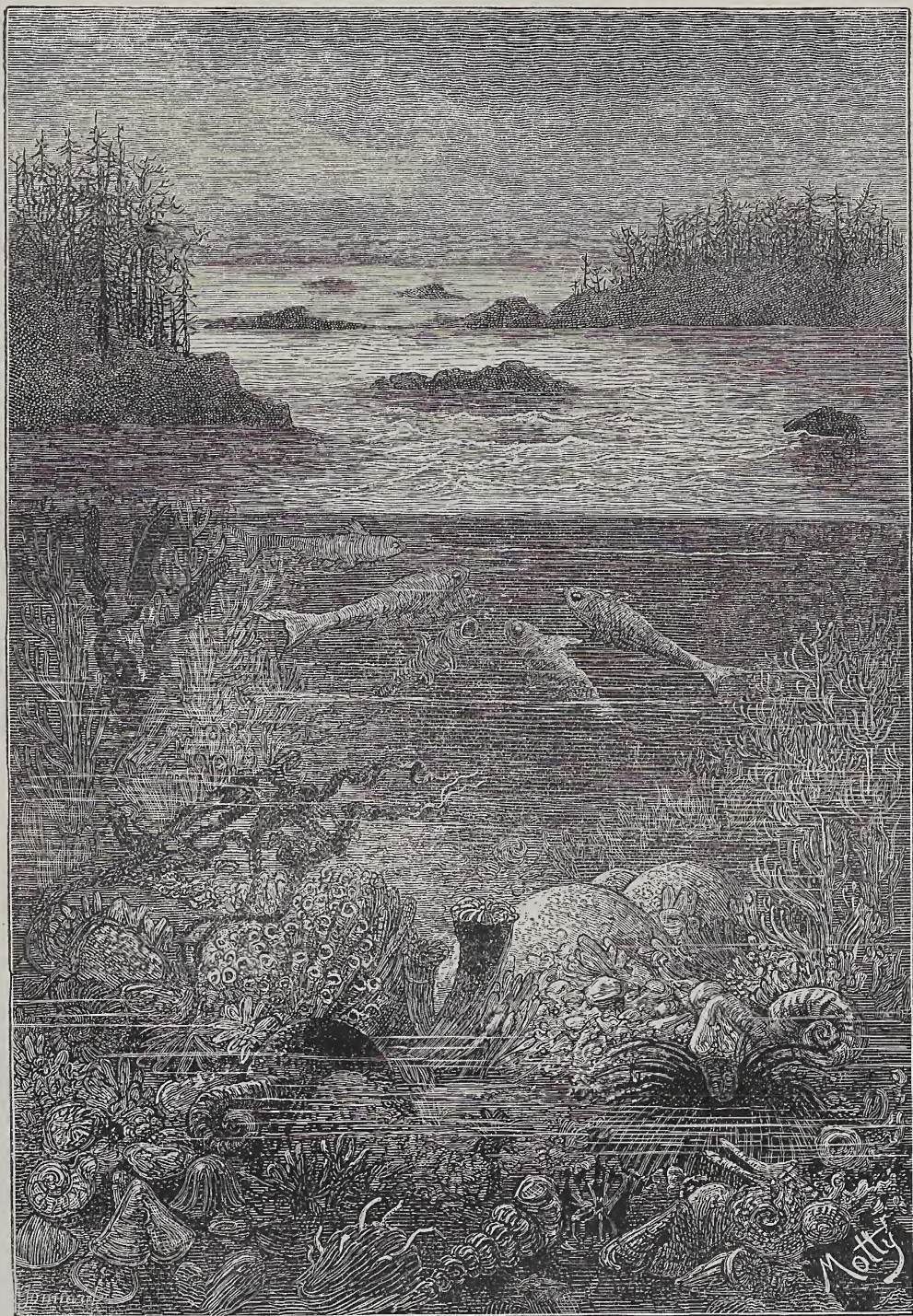



Fig. 181. — I primi abitanti della Terra durante il periodo devoniano.

Noi abbiamo osservato al principio di quest'opera (pag. 23) che l'embriologia comprova la parentela degli esseri, ponendoci sott'occhi la rassomiglianza dell'embrione umano con quelli degli altri esseri viventi. Le indagini del signor Alessandro Agassiz, figlio di Luigi Agassiz, hanno confermato l'accordo degli sviluppi paleontologici ed embriologici; *attualmente i pesci attraversano, dallo stato embrionario fino allo stato adulto, le stesse fasi attraverso le quali sono passati dai tempi primarii fino ai tempi attuali.*

Così, come noi abbiamo testè veduto, il periodo devoniano deve essere inscritto negli annali della storia del nostro pianeta come contradistinto da un passo decisivo nella via del progresso, mediante la nascita dei primi vertebrati, dei pesci (fig. 181). Nei capitoli precedenti noi abbiamo veduto nascere gli invertebrati, i zoofiti, i polipi, gli echinoderni e foraminiferi, brachiopodi, bivalvi, gasteropodi, cefalopodi, molluschi diversi, articolati, crostacei. Oramai i pesci animano le acque, provedendo senza dubbio, per mezzo di una trasformazione graduale, dai vermi, di cui i molluschi e i crostacei hanno formato due derivazioni abbastanza vicine in parentela. Noi stiamo ora per essere testimoni di nuovi progressi. I pesci daranno vita agli anfibî, gli anfibî ai rettili, i rettili ai serpenti da una parte, e agli uccelli dall'altra, e tutto ciò mediante una graduazione lenta e insensibile. La lentezza è estrema. È più facile seguire i progressi di uno scolaro che quelli di una specie animale, benchè i primi sieno, in fatto, più rapidi dei secondi; è, per esempio, più facile il seguire i progressi di Pietro Simone Laplace, figlio di un povero paesano di Beaumont-en-Auge, ragazzo studioso, che cresce nel lavorìo del pensiero, e diviene in meno d'un mezzo secolo l'immortale autore della *Meccanica celeste*, formulando in termini precisi le leggi invisibili, ritenute nascoste fino ad allora nella maestà della natura, col concepire ed esprimere le forze che, nel passato come nel presente e nell'avvenire, reggono i movimenti dei corpi celesti — è più facile, diciamo noi, il seguire la trasformazione d'una intelligenza così sviluppantesi, che non quella di un'anguilla che viene ad acquistare le natatoie, o di una lucertola che perde le sue zampe. E nondimeno la distanza non è essa incomparabilmente più grande?

Nel tempo stesso che le prime specie di pesci, abbastanza grossolani, come noi abbiamo or ora veduto, si sviluppano, in seno ai mari, i crostacei, e soprattutto le trilobiti, dominano e regnano ancora come durante i secoli del periodo siluriano, ma incominciano tuttavia a comprendere che devono cedere il posto ai loro successori. Ricorderemo il *phàcops làtifrons* (fig. 179-180) che ne ricorda la *trilobite calymene*. Colle trilobiti d'ogni grandezza e forma, i *pterygotus*, gli *eurypterus*, con cui noi abbiamo fatto conoscenza studiando gli ospiti primitivi dei tempi

siluriani, si rinvengono tra i fossili devonani gli *stylonorus* (1), la cui coda è appuntita come un pugnale, le *slimonia* (2), gli *xifosuri* (3) di

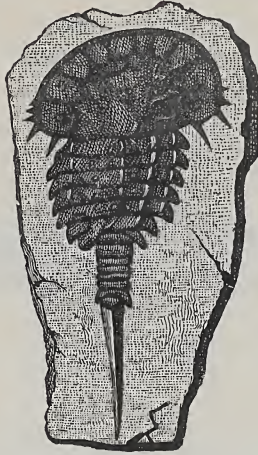



Fig. 182. — Crostaceo dell'epoca devoniana. — L'hemiaspis limulodies (grandezza naturale).

cui il *limulo* attuale è un tipo conservato, gli *hemiàspis limuloidi* (4) non meno singolari dei precedenti per la loro forma così bizzarra (fi-

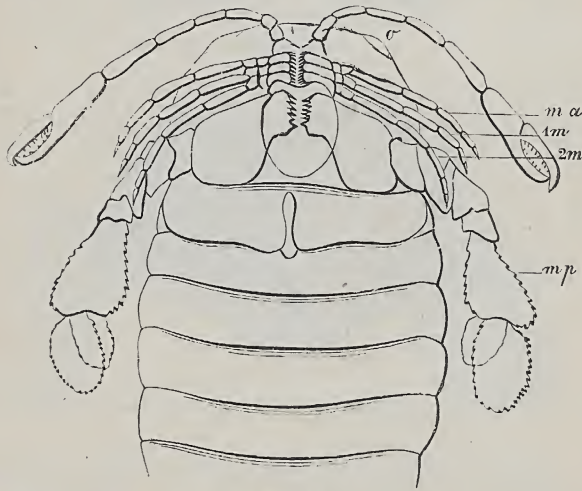



Fig. 183.
Particolari delle coscie-mascelle dello pterygotus anglicus (1/20 della grandezza naturale).

gura 182). Un certo numero di questi crostacei e di questi articolati raggiungeva grandi dimensioni: si è trovato nel terreno devoniano di Sco-

(1) Etimologia: στυλος, pugnale, ουρα, coda.
(2) Nome dato in onore del geologo scozzese Slimon.
(3) Etimologia: ζίφοσ. spada, ουρα, coda.
(4) Etimologia: ημι, mezzo, ασπις, scudo.

zia una specie di *pterygotus* che non misura meno di metri 1,80 di lunghezza e oltrepassa incomparabilmente la statura dei più grandi gamberi attuali. Si diede il nome di *merostomi* (1) ad un certo genere assai curioso fra siffatti crostacei, i quali, ad esempio degli *pterigoti*, *si servono delle loro gambe per camminare e nello stesso tempo per nutrirsi.* Essi ci mostrano, osserva a questo proposito il signor Gaudry, un curioso processo di economia, impiegato dalla natura in un tempo in cui

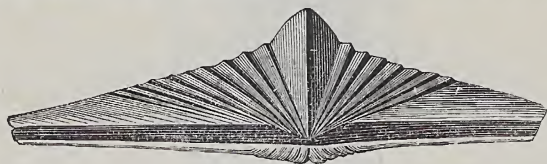



Fig. 184. — Molluschi brachiopodi del periodo devoniano. — Spirifer macropterus.

essa non era doviziosa com'è oggidì. Alla loro estremità le appendici cefaliche (fig. 183), *ma, 1 m, 2 m, mp*, adempievano alle funzioni di zampe; la loro base, munita di piccoli denti, faceva le veci delle mascelle. Strani organi queste coscie-mascelle! Tutto s'è ben cangiato dappoi...

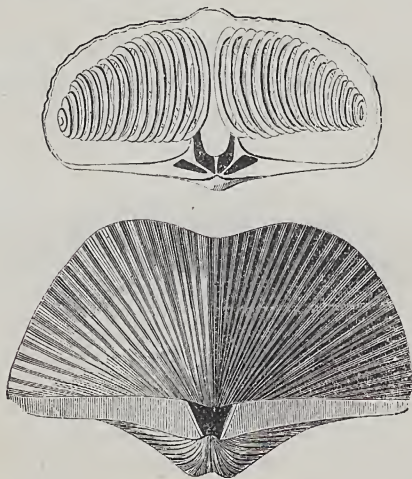



Fig. 185. — Molluschi brachiopodi del periodo devoniano. — Spirifer striatus.

Oltre che dai pesci primitivi e da legioni di crostacei, i mari sono popolati da molluschi brachiopodi, assai più numerosi che ai giorni nostri. Ai tipi del periodo siluriano (veggasi pag. 204) bisogna aggiungere i curiosi *spirifer* (fig. 184 e 185), gli *haplocrinus* (fig. 186) e le *calceola*

(1) Etimologia: μηρος, coscia, στομα, bocca.

(fig. 187). Questi molluschi sono caratteristici dell'epoca. Si devono loro aggiungere gli pteropodi e i gasteropodi (fig. 188-190), e nautilidi e clymenie (fig. 191), al par dei crinoidi ancor oggi assai diffusi. — Ed ecco parole greche abbastanza barbare per la nostra bella lingua neo-latina! e noi domandiamo umilmente perdono ai nostri lettori — e alle nostre

a b c

Fig. 186. — Molluschi brachiopodi del periodo devoniano.
Haplocrinus mespiliformis. — *a.* Visto di profilo. — *b.* Al di sopra. — *c.* Al di sotto.

lettrici — della mancanza d'armonia di certe scene di questa grande epopea.

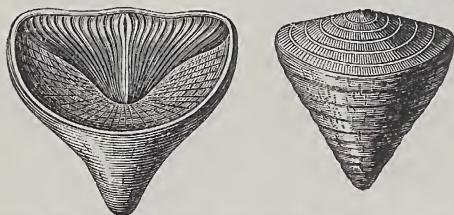



Fig. 187. — Molluschi brachiopodi del periodo devoniano. — Calceola sandalina.

Riassumendo, noi diremo col signor di Contejean, che la fauna devoniana non è che la continuazione della fauna siluriana, ma con una ten-

Murchisonia intermedia. Avicula fiabella.
Figg. 188-189. — Molluschi pteropodi del periodo devoniano.

denza marcata al perfezionamento. Alcune specie passano dall'uno all'altro periodo: un grandissimo numero di generi siluriani sono rappresentati, all'epoca devoniana, da forme nuove; molte si estinguono, e quelle che appaiono mostrano spesso una sempre maggior complicazione di struttura. Questa fauna, che conta già più di cinquemila specie, co-

stituisce un complesso paragonabile ad una delle tre grandi faune siluriane, e nondimeno è più ricca forse di qualsiasi di quest'ultime; in maniera che, dal punto di vista paleontologico, il terreno devoniano non equivale a un dipresso che ad un terzo del terreno siluriano. Parimente le suddivisioni sono meno generali, meno naturali, e variano sempre più in numero ed importanza secondo le località.

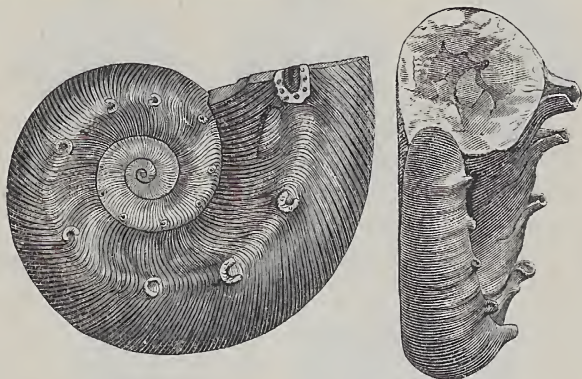



Fig. 190. — Molluschi gasteropodi del periodo devoniano. — Cirus spinosus.

Se, nel suo complesso, la storia del mondo presenta lo spettacolo di un progresso, bisogna guardarsi per altro dal credere che tutte le classi si siano sviluppate in una maniera continua, durante il corso dei tempi

Fig. 191. — Molluschi nautilidi dei mari devoniani. — Clymenia.

geologici. Gli pteropodi, i cefalopodi, gli ostracodi, i brachiopodi, i merostomi, gl'insetti (come vedremo fra poco) hanno raggiunto, nell'epoca primaria, una grande perfezione, ed una complessione altresì più ragguardevole che nell'epoca attuale. « Uno dei risultati più curiosi degli studi paleontologici, scrive il signor Gaudry, è stato quello di mostrare che ognuna delle epoche del mondo ha avuto le sue espansioni particolari; ogni epoca ebbe esseri che furono da essa prodotti; con essa il loro regno è incominciato; con essa il loro regno è finito. Si può ren-

dersene conto, dando uno sguardo alla figura 192, in cui è indicata la via seguita dallo sviluppo di una parte degli animali primarî; ogni gruppo è rappresentato da un ramo più o meno fornito di tratteggiature secondo che lo sviluppo è stato più o meno grande. Si vede in questo quadro quanto i graptoliti siano stati effimeri; nati nel cambriano, essi non hanno oltrepassato il siluriano; alcuni dei polipi idrarî delle epoche più recenti hanno potuto derivare da essi, ma allora essi cessarono d'essere graptoliti, in maniera che è d'uopo concluderne che la forma graptolitica è rimasta confinata alle epoche antiche. I rugosi (1) ebbero l'espansione loro nei tempi primarî: è verisimile che molti siano stati il ceppo dei

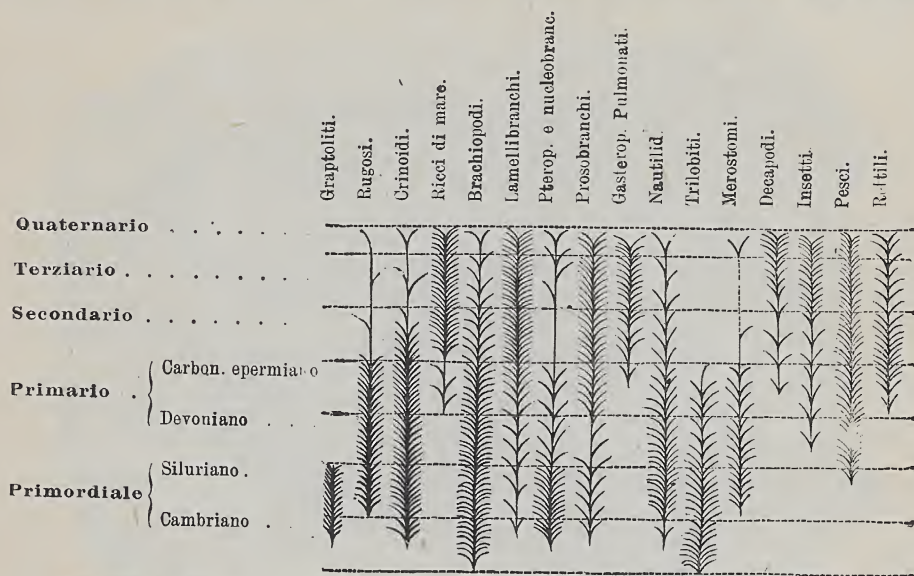



Fig. 192. — Sviluppo e variazione degli animali primari a traverso le diverse età.

corollarî del periodo secondario, poichè sono ad essi collegati in una maniera insensibile, ma senza dubbio tutti non hanno servito quali progenitori. Alcuni dei tabulati degli antichi terreni, quali gli *heliolites*, sembrano gli antenati degli alcionarî attuali; all'opposto, la *michelinia*, l'*halysites* e molti altri, sono rimasti speciali alle formazioni primarie.

« Gli pteropodi e i nucleobranchi primarî hanno potuto essere gli antenati di quelli che sono venuti dopo di loro; ma, nondimeno, essi hanno talmente cangiato, che non si arrischia nulla a confondere i generi antichi coi generi nuovi. Dal nautilo in fuori, niuna forma della famiglia nautilide, che ebbe altre volte un'estrema fecondità, è rappresentata ai

(1) I rugosi, o *rugosa*, sono idroidi coloniali paleozoici, con scheletro a reticolo calcificato, considerati un tempo come actinozoi.

Nota del Trad.

giorni nostri. Le trilobiti, le cui variazioni attestarono una sì meravigliosa plasticità durante le epoche cambriana e siluriana, diminuirono nel carbonifero, e la loro ultima specie fu rinvenuta nel permiano. I merostomi non sono più rappresentati in oggi che dal genere limula; e non è certo per produrre questo superstite isolato che fecero la loro apparizione, nei tempi primarî, così numerose e singolari creature dei gruppi degli *xifosuridi* e degli *eurypteridi*. Io credo che molti dei pesci antichi sieno stati i prototipi dei pesci attuali; ma taluni fra essi, quali i *pterichthys*, il *cephalaspis*, il *coccosteus* formano una popolazione strana confinata nei tempi primarî. I rettili *labyrinthodonti* caratterizzano la fine del periodo primario e il principio del secondario. Questi fossili, che sono stati speciali a certi periodi della storia della Terra, rendono preziosi servigi ai geologi per la determinazione dei terreni. Essi meritano bene il nome di medaglie della creazione (1). »

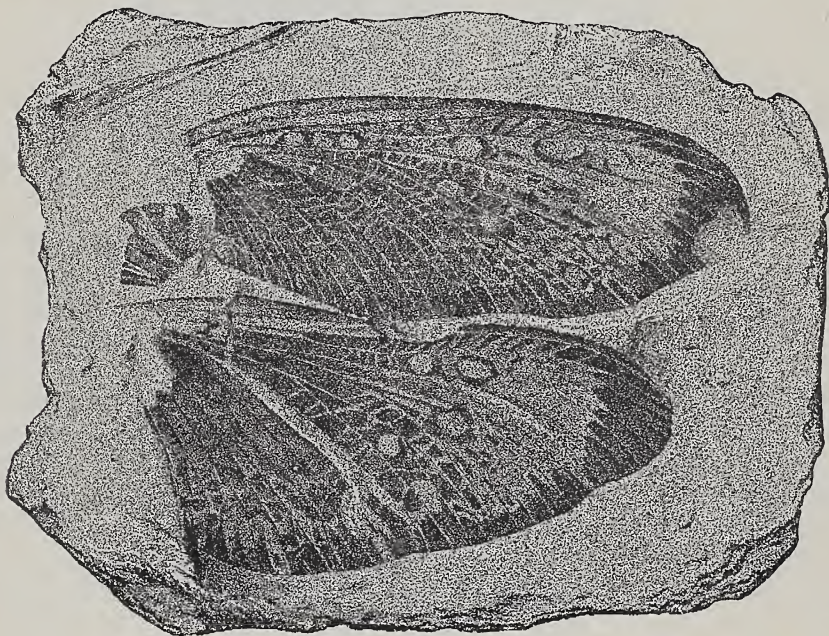



Fig. 193. — I primi insetti. — Ale fossili di lamproptilia Grand'Euryi trovate nelle cave di carbon fossile di Commentry (grandezza naturale).

Gli insetti hanno fatto la loro prima comparsa a quest'epoca istessa; ma non hanno guari lasciato fossili, e lo si comprende agevolmente. Si rinvennero ali di neurotteri, del genere delle effimere, nel piano devoniano del Canadà. Uno di questi antenati, denominato *platephemera* (2)

(1) Alberto Gaudry. *Le concatenazioni del mondo animale. Fossili primari*, pag. 296.
(2) Etimologia: πλατυς, largo, εφημερον, efimero.

era gigantesco, e misurava, a quanto parrebbe, più di venti centimetri quando allargava le sue ali; un altro offriva alcuni tratti di organizzazione intermedia fra le effimere e le libellule; un terzo non ha rassomiglianza con verun tipo conosciuto, e un quarto (lo *xenoneura antiquorum*) si distingue per la particolarità di offrir vestigia di un apparecchio stridulo analogo a quello dei grilli attuali. È notevole il fatto che vi siano in quei terreni insetti che sono ad un tempo acquatici ed aerei. L'aria sta per animarsi di fiori viventi; l'ala si forma; essi non hanno ancora la voce, e non l'avranno mai; ma tuttavia non sono già più muti; la natura entra in una nuova fase. Il solo fatto dell'esistenza di questi insetti nevrotteri all'epoca devoniana prova che essi hanno avuto pre-

Fig. 194. — Le piante più antiche.
Psylophiton princeps. — Terreni siluriani e devoniani.

cursori meno perfetti di loro stessi (1). L'elegante libellula non è già scaturita da un raggio di sole: essa ebbe ascendenti più grossolani, figli degli anellidi.

Che gli insetti sieno derivati gli uni dagli altri, ed abbiano successivamente dato origine, di grado in grado, sempre più da presso, alle innumerevoli varietà che li rappresentano, è cosa di cui è difficile dubitare, allorchè da una parte si paragonano le loro analogie, e dall'altra si riflette al numero delle specie già conosciute. I coleotteri comprendono, essi soli, almeno centomila specie, i ditteri altrettante, gli imenotteri ottantamila, gli emitteri cinquantamila, i lepidotteri ventimila, gli anopluri diecimila, i neurotteri altrettante, gli ortotteri seimila; è

(1) Al momento in cui correggiamo queste bozze di stampa (settembre 1885), apprendiamo che il signor Douvillé, professore alla Scuola delle Miniere, ha precisamente trovato testè l'ala di un insetto nel siluriano medio di Jurques (Calvados). Questo insetto era una specie di blatta.

un totale di 376 000 specie d'insetti, farfalle, mosche, pulci, cimici, formiche, punteruoli, moscerini, vermi delle frutta e del formaggio, che i teologi — innanzi che lo studio della natura avesse stabilito la paren-

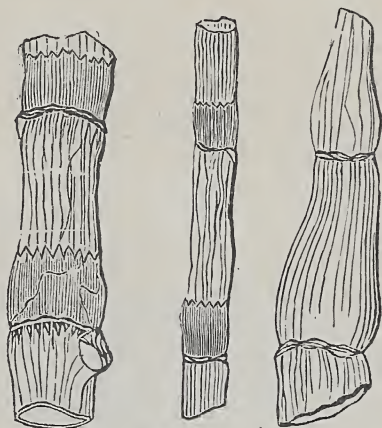



Fig. 195. — Resti fossili di piante primitive.
Equisetacee del periodo devoniano.

tela di tutti gli esseri fra di loro — obbligavano l'Essere supremo ad aver creato egli stesso per coppie d'ogni singola specie.

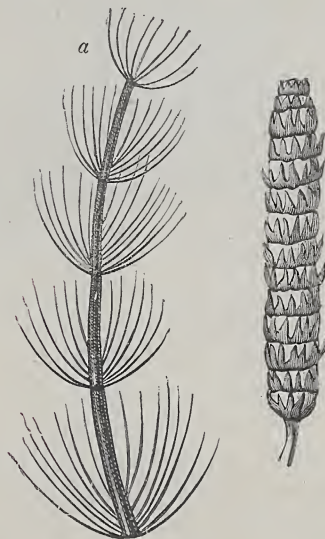
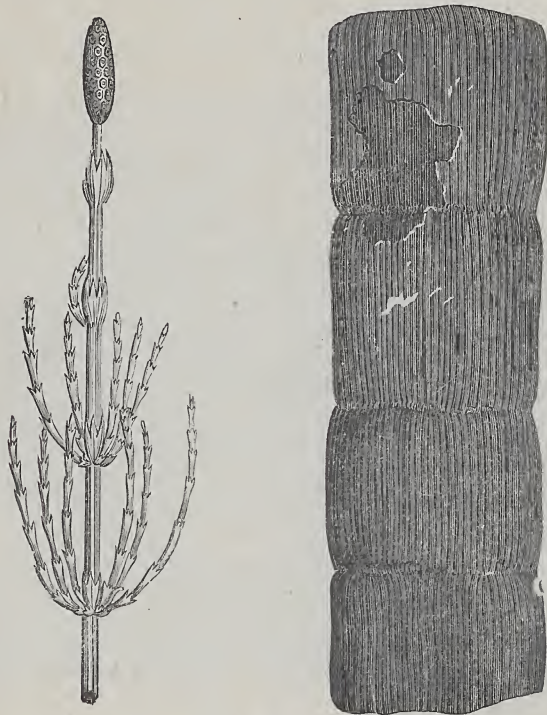



Fig. 196. — Piante primitive. Calamiti.
a. Ramo. — *b.* Spiga frugifera.

Ecco dunque come gl'insetti che popolano il mondo, provennero, secondo ogni probabilità, dagli anellidi dell'epoca primordiale. Essi prenderanno una rapida espansione, e si svilupperanno a meraviglia, durante

il periodo che sta per seguire, nel tempo stesso che si svolge il regno vegetale. Si rinvenne recentemente, nel terreno carbonifero di Sommentry, il bell'esemplare che noi riproduciamo (fig. 193), togliendolo dall'opera del signor C. Brongniart. Esso apparteneva alla famiglia dei platypteridi (1).

Già le piante incominciano ad acclimarsi fuori dell'acqua, nei pantani e sulle isole basse. La terra ferma s'accresce d'altra parte insensibilmente mediante i sollevamenti e le lente emersioni, e la vegetazione

Equisetum. Frammenti di calamite pietrificata.
Figg. 197-198. — Vegetali del periodo devoniano.

a poco a poco la invade. Non sono più alghe o piante tutt'affatto elementari; ma già appaiono le felci, i licopodî, le sigillarie, le equisetacee. Tuttavia la natura non è ancora uscita dalle crittogame; queste piante regnano sovrane nelle acque e sulle isole, e niun profeta oserebbe indovinare le ricchezze riservate alla vegetazione dell'avvenire.

Nel devoniano inferiore, al disopra del siluriano in cui noi abbiamo osservato le piante primitive, alghe svariate, bilobiti, *eophyton*, ecc., si incontra lo *psylophiton* studiato nei terreni del Canadà dal signor Dawson, e di cui noi rappresentiamo (fig. 194) un ramo quale ci è dato dal

(1) Etimologia: λατος,π larga, πτερον, ala.

signor Crié. Era una specie di licopodio. Tutti questi vegetali più antichi sono stati trovati nel nord, come i primi animali: Canadà, Scandinavia, Russia, Inghilterra. Noi vedremo bentosto che a quest'epoca remota, non vi erano ancora nè stagioni, nè climi; che la temperatura era la stessa sul globo intiero, e che probabilmente è nelle calme regioni polari che la vita ebbe a incominciare.

Ognuno conosce le asperelle o code cavalline, piante in forma di giunchi, dure, sprovviste di foglie, che si rinvengono un po' dappertutto, in particolr modo nelle regioni non coltivate, sulle rive dei ruscelli solitarî. Questa pianta servì di tipo alla famiglia vegetale designata sotto il nome di equisetacee (1), in causa della forma dei rami, che assomigliano alle

Fig. 199. — Le prime foreste. — Periodo devoniano.

setole del cavallo. È dessa una pianta primitiva, che data dall'epoca devoniana. Queste umili asperelle, la cui altezza non è maggiore in oggi di pochi decimetri, si elevavano allora a sette ed otto metri d'altezza, come giganteschi asparagi, e dominavano col numero loro la popolazione vegetale delle prime foreste. Crittogama rudimentale, ancora poco lontana dalle alghe primitive, benchè terrestre, appena più complicata dei licheni, dei muschi e delle epatiche, l'equisetacea inizia, colla felce, lo sviluppo del mondo vegetale. È parimenti per gradazione, a somiglianza del regno animale, che il regno vegetale si va creando. L'èra delle crit-

(1) Etimologia: *Equus* cavallo, *seta* setola.

togame apre la serie, per essere seguìta più tardi da quella delle fanerogame, delle gimnosperme e delle angiosperme. Si sono rinvenuti tra i fossili devoniani dei resti (fig. 195) che appartennero ad equisetacee di dieci metri d'altezza. Queste piante dovevano offrire un aspetto analogo a quello dell'*equisetum*, rappresentato nella fig. 197. Queste prime foreste possedevano, oltre alle calamiti (fig. 196), specie di canne gigantesche che misuravano più di un decimetro di diametro, e di cui la nostra figura 198 rappresenta un campione fossile, delle bornia (1), delle cordaiti (2), delle antholiti (3), delle licopodiacee, fra le quali si devono citare innanzi tutto i *lepidodendron*, che, durante il periodo seguente, raggiungeranno venticinque e trenta metri di altezza. Oggidì i licopodî sono muschi! Si avrà un'idea dell'aspetto di questi primi alberi per mezzo del gruppo di calamiti, rappresentato alla fig. 200, o meglio ancora nella figura precedente 199, colla quale si tentò di ricostruire una foresta di siffatta epoca.

Fig. 200. — I primi alberi. Gruppo di calamiti.

In quelle foreste silenziose, non un uccello, non un rettile, non un quadrupede, non una bestia selvaggia. Nulla di tutto ciò esiste per anco. Gli ospiti dei boschi sono assenti. Cervi, caprioli, cinghiali, lupi, volpi o scoiattoli; leoni, tigri, jaguari, pantere o sciacalli; coccodrilli, lucertole o rane; aquile, avoltoi, condòri, corvi, pernici o pavoni; uccelli cantori, usignuoli, fringuelli o allodole; nessuno è ancora di questo

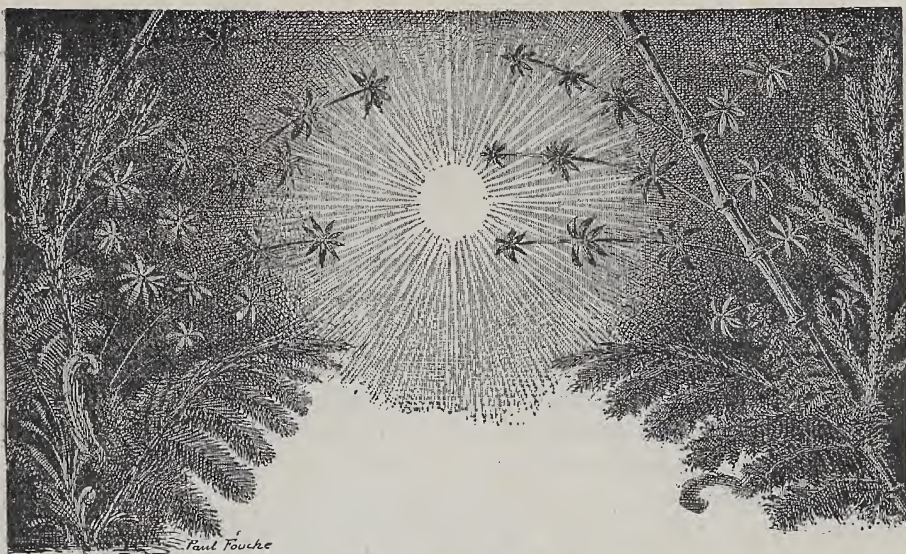
(1) Erano le *Bornia* vegetali del periodo carbonifero, aventi rami striati, cilindrici, frammezzati da nodi che portavano ognuno un ciuffo di foglie, verticillate, lunghe e strette a somiglianza delle foglie aciculari delle cunifere.

(2) *Cordaiti*. Genere o piuttosto gruppo di piante fossili che ebbero la loro maggiore espansione nel periodo carbonifero. Corda e Schimper le ascrissero alle licopodiacee; altri, più tardi, ne fece una sottosezione delle Conifere. e Renaut inclina invece a collegarle alle Cicadee.

(3) *Antholiti*. Genere dubbio di Cicadee fossili, le cui specie hanno talora inflorescenze che parrebbero appartenere piuttosto al genere Cordaiti. Le antholiti (da ανςος fiore e λιςος pietra) hanno rami fioriferi all'ascella delle foglie, in forma di spighe. Se ne conoscono dieci specie, tutte del carbonifero. *Nota del Trad.*

mondo. Se si ode qualche fruscìo, è qualche scorpione nelle pietre, qualche blatta tra le foglie, o qualche grillo che fa sbattere le sue elitri. Solo alcuni insetti, alcune mosche, incominciano a ronzare nell'atmosfera soffocata e burrascosa. Ma la vita è ancora pressochè tutta quanta nelle acque, dolci e salate. La luce del giorno non è ancora intensa; il sole non è ancora brillante; egli è immenso, ma nebuloso; il cielo azzurrino, luminoso e puro, non esiste per anco; la differenza tra il giorno e la notte non è grande, nè sotto il rispetto della luce, nè sotto quello del calore; il nostro pianeta non conosce ancora nè le stagioni, nè i climi.

Il Sole non versava ancora una luce abbagliante sulla superficie della Terra. Altre volte, durante le epoche azoiche — senza vita — o forse anche durante le età protozoiche — al principio stesso della vita — il giorno non differiva dalla notte, benchè il pianeta girasse già sul suo asse, pel motivo che la scarsa luce emessa dalla nebulosa solare non arrivava fino alla superficie della Terra, e che il nostro globo, d'altronde, rimase a lungo egli stesso allo stato di sole, lentamente estinto, poi circondato da vapori assorbenti. Ma oramai, dall'epoca devoniana, ed anche già da tempo, dall'epoca siluriana, il giorno differisce dalla notte, e vi è già una certa luce; noi lo sappiamo mercè la sola esistenza degli occhi delle trilobiti, dei crostacei, dei molluschi e dei pesci. L'occhio non potrebbe esistere senza la luce; l'origine stessa dell'occhio risiede nell'impressione luminosa. Noi possiamo concluderne che certamente la nebulosa solare era allora già assai condensata.

Ma noi ci prepariamo a studiare questa importante questione, giungendo allo splendido periodo carbonifero.

CAPITOLO IV.

IL PERIODO CARBONIFERO.

Sviluppo del regno vegetale. — Isole e continenti. — Climi insulari. — Assenza delle stagioni. — La nebulosa solare. — L'atmosfera, il calore e l'umidità. — Le piante e gli alberi. — Foreste antiche. — Animali che le abitavano.

Non un astro è in istato di riposo nell'immenso universo: non un atomo rimane fisso nel seno del più ruvido minerale; non una molecola è immobile nel corpo d'una pianta o d'un animale; non un globulo di sangue si trattiene un istante dal circolare nelle nostre arterie; sempre, in ogni sua parte e dovunque, la forza invisibile e infaticabile si esplica con una attività perpetua; i mondi si trasformano; i soli si accendono e si estinguono; la Terra ove noi siamo varia da un secolo all'altro; gli esseri che la popolano variano correlativamente colle sue stesse condizioni, e per di più, in virtù della loro particolare attività, ciò non potrebbe essere altrimenti, e la storia della Terra non è che il quadro della sua perpetua trasformazione.

Le isole che emersero dall'oceano universale, durante i secoli venerabili di cui stiamo per farci i cronisti, hanno stimolato la vitalità delle prime piante e dei primi animali ad esercitarsi in condizioni novelle, e noi abbiamo visto piante marine divenire piante d'acqua dolce, e poscia acclimatarsi all' atmosfera umida dei bassi fondi. È lungo le spiagge che esse tentano adattarsi alla loro nuova condizione. Spuntano

loro delle foglie che permetteranno ch'esse respirino l'aria in luogo di restare immerse o galleggianti. I loro confratelli, gli animali marini o acquatici incominciano parimente a vivere sotto esigue profondità di acque, ed anche al di fuori. Già qualche insetto si aggira alla superficie delle acque: sono blatte, cavallette, grilli, termiti che si arrampicano, saltano e scivolano sotto le prime foglie. L'atmosfera è opprimente. È quasi ancora dell'acqua. Il calore è soffocante. Piove di continuo.

Quali preziose condizioni pel regno vegetale! All' origine della vita, noi lo vedemmo, non vi erano nè piante, nè animali, e le condizioni vitali del pianeta non avrebbero permesso ch'esistessero nè le une, nè gli altri; vi era del protoplasma galleggiante in seno alle acque, qualche ameba e taluni protisti, antenati sì degli animali che delle piante. La vita si è in seguito biforcata in due rami per lungo tempo quasi saldati, come se avessero rimpianto la separazione, ma alla perfine separati, che hanno avuto termine con ramificazioni oggidì ben discoste le une dalle altre, inquantochè una gran distanza apparente distingue attualmente, per esempio, il bue dall'erba che pascola; e tuttavia, originariamente, essi hanno lo stesso antenato, ed anche agli occhi dell'analitico essi sono ad ogni modo ben lungi dall'essere così differenti l'uno dall'altra quanto lo sono pel pastore che conduce il gregge. Nei primordi del regno carbonifero, il regno vegetale ha fatto rapidi progressi, in grazia delle condizioni eccezionali di fecondità che improntarono questa fase importante della storia della Terra.

Il calore interno del globo attraversava ancora la scorza e manteneva un'alta temperatura nell'atmosfera. Tutti quelli che hanno fatto l'ascensione del Vesuvio, dell'Etna o di qualche vulcano, sanno, è vero, che un esiguo spessore di scorie e di cenere basta per intercettare il calore, e ognuno sa altresì che un po' di cenere nel cavo della mano basta per permettere di asportare dal focolare un carbone ardente senza bruciarsi. Tuttavia il calore filtra, per così dire, attraverso gl'interstizi invisibili. Nel mese di dicembre 1872, un'ascensione al Vesuvio bruciò in parte le suole delle nostre scarpe; il calore della cenere era abbastanza forte per far cuocere delle uova; rimescolandola un po' più in basso coll'aiuto di un bastone ferrato, si metteva allo scoperto la lava rossa, indurita, ma abbastanza calda per accendervi un sigaro. Ora, la temperatura della lava vulcanica non oltrepassa un migliaio di gradi; quella del globo primitivo doveva essere almeno nove o dieci volte più elevata, inquantochè la teoria meccanica del calore insegna che la sola condensazione di tutte le molecole del globo terrestre dallo stato di nebulosa allo stato di densità attuale, ha dovuto dar origine ad un calore di 89 880°, senza contare quello che ha dovuto essere prodotto dalle combinazioni chimiche e dalle combustioni. Per mezzo delle fessure, delle eruzioni, delle dislocazioni ed anche attraverso l'esile scorza, appena solidificata e im-

pregnata d' acqua, questo calore interno giungeva nell' atmosfera, che non gli permetteva di irradiarsi e di perdersi nello spazio. Il potere assorbente di una molecola di vapore acqueo è di *sedicimila volte* superiore a quello di una molecola d'aria secca. Ora, noi abbiamo visto che l'atmosfera era allora impregnata di vapori, e che le pioggie erano quasi continue. Notiamo inoltre che non vi erano allora continenti, ma soltanto isole, e che la Terra intiera godeva di un clima marino, che costituiva una specie d'universale gulf-stream. In tali condizioni, la temperatura della superficie del globo era eminentemente appropriata allo sviluppo della vegetazione primitiva, e, per di più, essa era la stessa tanto ai poli quanto all'equatore, poichè non vi erano ancora stagioni.

Le stagioni sono originate, come sanno i nostri lettori (1), dal fatto

Durata del giorno
più lungo
Polo sei mesi
85° 161
80° 134
75° 103 giorni
70° 65
66°33' 1
60° 18 ore 30 m.
50° 16 » 9 »
40° 14 » 51 »
30° 13 » 56 »
20° 13 » 13 »
10° 12 » 35 »
0° 12 —
Medesima progressione
per
l'emisfero australe

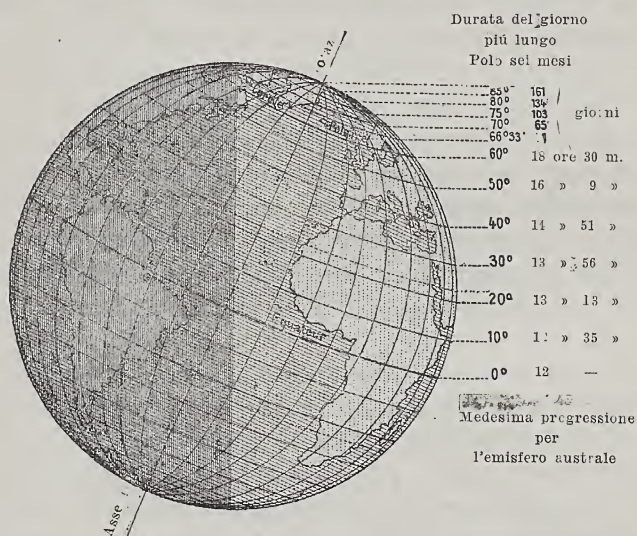



Fig. 202. — Le stagioni sulla Terra. — Posizione della Terra al solstizio di giugno.

che la Terra gira intorno al sole, tenendo il suo asse inclinato. Durante metà dell'anno un polo è assai inclinato dal lato del sole, e durante gli altri sei mesi è inclinato nel senso opposto. Da ciò risultano le lunghe notti d'inverno come i lunghi giorni d'estate, i grandi freddi polari, le stagioni opposte e disparate. Le leggi della meccanica celeste stabiliscono che l'inclinazione dell'asse non varia che di alcuni gradi, e che, durante l' epoca primaria, essa non era gran che differente da quello che è ai nostri giorni. D' altronde, fosse anche stata differentissima, se il sole avesse avuto allora, come oggidì, un'azione preponderante sul calore terrestre, i climi sarebbero esistiti: i raggi solari giungendo per-

(1) *Astronomia popolare*, pag. 35, e sopratutto *Le terre del cielo*, pag. 402.

pendicolarmente sulle regioni equatoriali, avrebbero versato colà un calore assai più intenso che non sulle regioni polari, dove più non giungono che obliquamente, a motivo della sfericità del globo, e non fanno che strisciare. Ora, ciò è quanto nega per l'appunto la testimonanza dei vegetali dell'epoca carbonifera. Le stesse specie di piante che abitavano le regioni equatoriali, abitavano del pari le regioni polari. Si sono rinvenuti fino allo Spitzberg, e fino alle più estreme latitudini settentrionali esplorate dall'uomo (ammiraglio Narès, spedizione del 1878 al polo nord, terra di Grinel a 82° 40' di latitudine boreale) lo stesso calcare carbonifero, e fino al 76° parallelo gli stessi carboni fossili di Francia, degli Stati Uniti, di China, del bacino dello Zambese (Africa) e della America del Sud. Aggiungasi che la flora terrestre tutta quanta non è composta che di alberi con foglie persistenti, e che non vi sono ancora alberi che segnino le stagioni. I tronchi di alberi fossili di quest'epoca non mostrano gli strati concentrici annui formatisi in ogni primavera, e mediante i quali si riconosce l'età degli alberi.

È questo un fatto capitale e della massima importanza per la storia del nostro pianeta. Si può concludere con certezza che a quell'epoca *non vi erano ancora stagioni*. Il Sole non aggiungeva che ben poco o nessun calore a quello della Terra, inquantochè la temperatura a cui vegetano le felci arborescenti, i licopodî, le cicadee, è compresa fra 20 e 25 gradi, e non si appalesava più elevata in Africa di quel che allo Spitzberg.

Il Sole era allora gigantesco, ma ancora nebuloso, e con una fioca luce. Sia che l'anello cosmico, di cui la Terra è una condensazione globulare, siasi formato nell'interno della nebulosa solare originaria, come lo suppone il signor Faye, oppure all' esterno, come lo supponeva Laplace, il risultato è lo stesso per quanto concerne l'immenso volume del Sole durante i periodi primitivi della storia dei pianeti. L' astro solare ha abbandonato la zona dell'orbita terrestre dacchè più non la toccava, e s'è rattratto gradatamente attraverso le orbite di Venere e di Mercurio successivamente, con milioni d' anni d 'intervallo, e le sue dimensioni, che passarono pei limiti delle curve 1, 2 e 3 tracciate nel quadro (figura 203), sono in oggi ridotte ad un punto relativo, non essendo il diametro attuale del Sole che di 345 000 leghe, mentre quello dell'orbita di Mercurio è di 28 milioni, quello dell'orbita di Venere di 52, e quello dell'orbita terrestre di 74. I diametri delle orbite della Terra, di Venere e di Mercurio, paragonati con quello del Sole preso per unità, stanno fra essi come i numeri 224, 153, 83 e 1.

Per raffigurarsi, non solamente le dimensioni reali, ma nel tempo stesso le dimensioni apparenti del Sole visto dalla Terra alle epoche in cui esso riempiva intieramente l'orbita di Venere o quella di Mercurio, basta il riprodurre qui le figure 103 e 152 delle *Terre del cielo*, adat-

tandole a questo speciale aspetto della questione. Nella prima (veggasi fig. 203) il disco solare raggiungeva la dimensione angolare d'un angolo retto; e cioè occupava la metà intiera del cielo dall'orizzonte fino allo zenit: 90 gradi! ossia 169 volte il suo diametro attuale. Se, fin da quell'epoca, la fase solare era già abbastanza sviluppata da dar origine ad una debole luce, il fascio conico dei raggi solari oltrepassava i poli nella loro posizione più inclinata (solstizî), e, conseguentemente, la Terra poteva roteare nell' illuminazione solare non avendo a subirne che una notte poco estesa e di corta durata. I poli apparivano rischiarati tutto l'anno quanto l'equatore, e non vi era zona glaciale. (Veggasi la fig. 284, in cui la Terra è nella posizione stessa della fig. 203, ma in proporzioni più grandi). Il calore, non meno della luce solare, dovevano essere allora debolissimi; ma la distanza dal Sole alla Terra non era che di undici milioni di leghe in luogo di trentasette (ammettendo che l' orbita terrestre fosse poco differente nella posizione sua da quel ch'essa è ai giorni nostri), e siccome il calore, e così pure la luce, aumentano in ragione inversa del quadrato della distanza, la quantità ricevuta era assai più grande che non ai giorni nostri relativamente al quantitativo emesso. La cosmografia primitiva di ogni pianeta è passata attraverso condizioni analoghe (1).

A misura che la nebulosa solare andò restringendosi, il cono dei raggi ricevuti dal nostro pianeta si allungò, la differenza si fece gradatamente manifesta vie più fra i poli e l'equatore. Essendo l'inclinazione dell'asse di rotazione della Terra di 23° 1/2 allorchè il disco solare fu rimpicciolito a 47°, e cioè fino al doppio di questa inclinazione, i suoi raggi raggiungevano ancora nei solstizî la linea attuale dei circoli polari, come fece notare il signor Blandet, in maniera che niun cerchio di latitudine era esposto a compiere l'intera sua rotazione diurna nell'ombra, nè vi erano ancora notti di ventiquattro ore per i poli, nè per anco zone glaciali. (Veggasi la fig. 205.)

Giungendo all'orbita di Mercurio, la nebulosa solare offriva le dimensioni rappresentate nella fig. 207. L'angolo formato in basso dall'astro immenso, era sempre di 45 gradi, metà di quello dell'orbita di Venere ed aveva ancora le condizioni richieste per rischiarare il globo terrestre fin presso i poli. Solo da quest' epoca, l' inclinazione dell' asse di rota-

(1) Grandezze apparenti della nebulosa solare durante la sua condensazione:

Veduta da Nettuno all'orbita di Urano	80°
Veduta da Urano all'orbita di Saturno	60°
Veduta da Saturno all'orbita di Giove	67°
Veduta da Giove alle quattro condensazioni principali degli anelli degli asteroidi	86°, 80°, 74°, 70°
Veduta da queste quattro condensazioni all'orbita media di Marte	51°, 59°, 69°, 80°
Veduta da Marte all'orbita della Terra	81°
Veduta della Terra all'orbita di Venere	90°
Veduta di Venere all'orbita media di Mercurio	65°

zione del globo incominciò ad agire sensibilmente per la distinzione delle stagioni, se pure il calore d'origine terrestre non superava quello di origine solare. In questa fase, la Terra era rischiarata presso a poco come lo si può vedere nel diagramma della figura 205.

L'effetto dell'immenso disco solare, visto dalla Terra, doveva essere strano. Infatti estendendosi esso per una lunghezza di 90 gradi, allorchè, dopo il suo sorgere in cielo, il bordo inferiore toccava ancora l'orizzonte il suo bordo superiore raggiungeva già lo zenit. Per effetto della prospettiva della forma a calotta della vòlta apparente del cielo, era il cielo stesso che doveva sembrar occupato da un unico sole in tutta la

1
2
3
4

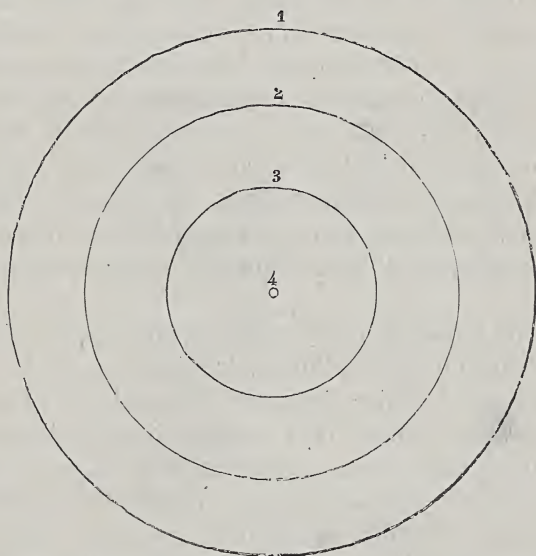



Fig. 203. — Condensazione progressiva del Sole incominciando dall'orbita della Terra.
1. Orbita della Terra. Diametro = 74 milioni di leghe.
2. Orbita di Venere. » = 52 » »
3. Orbita di Mercurio. » = 28 » »
4. Il diametro attuale del Sole è di 344 500 leghe.
Scala: 1mm = 1 milione di leghe (doppio per il Sole).

sua parte orientale, costituente una terza parte di focolare caldo e luminoso che lasciava le altre due parti fredde ed oscure. Se, in luogo della superficie del cielo, ci facessimo a considerare, per tentare di rappresentarla mediante un disegno, una sezione di questo cielo, noi avremmo un vòlta (fig. 208) su cui parrebbe scivolare una striscia di luce *a b*, estendentesi dall'orizzonte fino allo zenit nelle ore del mattino, e che si estenderebbe a mezzogiorno come un cerchio immenso su tutta quanta la regione superiore del cielo. Per quanto debole sia stato l'irradiamento calorifico e luminoso di quest'astro immenso, esso non potè a meno di avere, per la sua circostanza e la durata sua, un'azione potente sullo sviluppo della vegetazione delle prime età.

Le due cause hanno agito simultaneamente. Da una parte il calore interno del globo ha mantenuto un'alta temperatura nell'ambiente atmosferico fino all' epoca in cui la scorza divenne abbastanza consistente per essere impermeabile a questo calore, come lo è da lungo tempo; dall'altra, il Sole, condensandosi, ha rischiarato una superficie sempre più esigua, fino a che i suoi raggi divennero quasi paralleli, e non rischiararono più che un solo emisfero. Noi diciamo quasi, perchè in realtà essi non lo sono ancora, nè lo saranno del resto giammai. Essendo il Sole 108 volte più largo della Terra, in diametro, il fascio dei raggi che giungono al nostro pianeta ha la forma di un cono, e l'ombra della Terra nello spazio finisce in punta alla distanza di 1 380 000 chilometri in media.

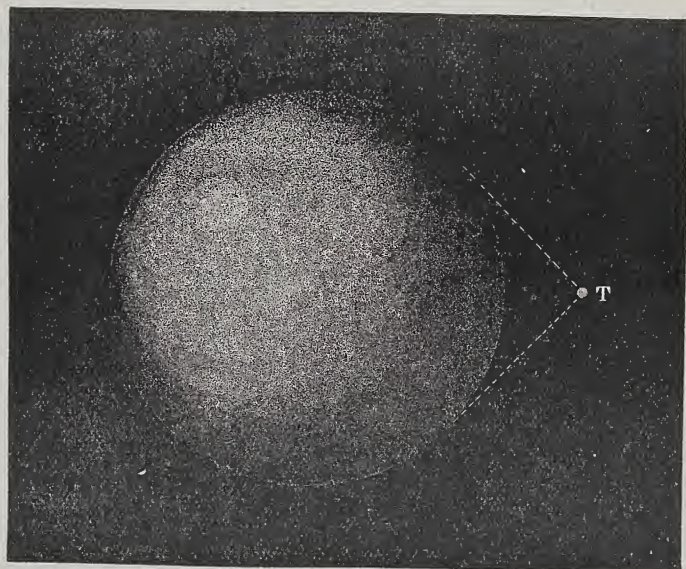



Fig. 204. — La nebulosa solare vista dalla Terra allorchè si estese fino all'orbita di Venere.

La rifrazione dell'atmosfera allunga ancora la zona luminosa con vantaggio dell'emisfero oscuro. Ma, nondimeno, fin dall'origine della irradiazione solare, la quantità ricevuta dalla Terra è stata più grande all'equatore che non ai poli, e climi e stagioni ebbero una tendenza sempre più spiccata a costituirsi di età in età. E dappoichè, durante l'epoca primaria, i vegetali disseminati su tutta la superficie del globo non accennano a veruna traccia di stagioni, e stanno anzi a testimonianza di una temperatura uniforme da 25° a 30° sul globo intiero, noi dobbiamo concludere che a quest'epoca il calore terrestre fosse ancora di molto predominante in confronto del calore ricevuto dal Sole.

Otto o dieci milioni d'anni or sono, verso la metà dell'epoca primaria,

le condizioni di stabilità del sistema del mondo non erano assolutamente le stesse di quelle d'oggidì. Il Sole era più voluminoso, e tanto il suo centro di gravità, quanto quello del sistema solare, occupavano posizioni geometriche differenti dalle attuali, e fors' anche, per effetto della translazione secolare nello spazio, il sistema solare andava soggetto a influenze stellari diverse da quelle che si verificano nello stato attuale di fatto. Non è dimostrato che l'obliquità dell'eclittica sia stata la medesima allora di quel ch'è in oggi, nè che il polo geografico non cangi il posto alla superficie del globo in un intervallo di tempo così considerevole (ed anzi esperienze recenti sembrerebbero condurci alla conclusione contraria), nè che la variazione secolare dell' eccentricità dell'orbita terrestre (1) non oltrepassi i limiti calcolati, e non produca effetti più sensibili sulle stagioni; — nè si può stabilire e sostenere con maggior fondamento che l'opera delle forze interiori in azione nel seno del globo terrestre, aiutata dalle maree luni-solari od anche dalle attrazioni esteriori, non possa far variare la posizione dell'asse del mondo. Tutto cangia (2), nell' ordine cosmico, quanto e non meno che nell' ordine terrestre individuale. Ben lungi dunque dall' avere la minima difficoltà nell'ammettere per queste epoche remote una terra differente da quella che abitiamo oggidì, noi dobbiamo sentirci pienamente disposti ad ammettere che non poteva anzi essere altrimenti.

L' importante si è per noi di rinvenire le fasi reali dell'antica storia del mondo. Ora, l'astronomia, la geologia e la paleontologia si accordano per apprenderci che le stagioni non incominciarono che assai tardi nella vita terrestre, e che, durante i tempi primitivi, i climi erano gli stessi sì ai poli che all'equatore. E, come noi vedemmo testè, non solamente queste scienze ci insegnano che ciò avvenne in tal modo, ma ne spiegano altresì il perchè.

Atmosfera densa, grave, piovosa; temperatura uniforme, costante, calda; maree considerevoli; eruzioni del fuoco interno, uragani frequenti; tempeste formidabili; l'aspetto della Terra era ben differente da quello dell'epoca nostra. I testimoni viventi di questa natura primitiva saranno esseri grossolani, enormi, possenti, nel seno dei quali si disegnano in abbozzo i perfezionamenti delle età future.

Semplici, senza ornamenti, senza fiori, senza profumi, le piante già si apprestavano ad assorbire quest'atmosfera nutritiva, a crescere senza limiti, a raggiungere proporzioni gigantesche. Il Sole non ha splendore; gli uccelli non cantano ancora; un tetro silenzio avvolge la terra; gli insetti solamente ronzano e si moltiplicano nell'ombra densa delle fore-

---

(1) Veggasi questa variazione per duecentomila anni nella nostra opera: *Le stelle e le curiosità del cielo*, pag. 773.

(2) Veggasi l'esposizione dei dieci principali movimenti della Terra nelle *Terre del cielo*, libro IV, capitolo 1.°

ste crescenti, foreste immense di cui nulla frenerà l'espansione; esse rivestono per la prima volta il pianeta di un inestricabile tappeto di verdura dall' equatore fino ai poli. Niun profeta saprebbe indovinare la esistenza futura dei deserti di ghiaccio e delle nevi eterne, che, sulle montagne al pari che nelle regioni polari, faranno in avvenire rinculare la vita, imponendole confini insormontabili.

Se ci trasportiamo coll' imaginazione in queste vaste solitudini primitive ci sentiamo invasi da un sentimento indefinibile in presenza della invariabile monotonia delle forme. L' assenza totale di fiori e di animali superiori doveva contribuire a stendere sulla natura un velo di universale tristezza: non un uccello rallegrava la foresta, i cui recessi non erano visitati da alcun mammifero. L' aria infuocata era riempita da vapori soffocanti emanati dal suolo, e il silenzio della natura non appariva turbato che dal rumore della pioggia, e dal fragore o dai fischi del vento attraverso gli alberi! La Terra era probabilmente ancora coperta da spesse nubi originate dall'alta temperatura del suolo che riduceva in vapore una quantità d'acqua molto maggiore d'oggidì; il clima del pianeta non dipendeva solamente dal Sole, ma ben anco dal calore stesso del globo, come lo prova la presenza delle stesse forme di piante fino all'estremo nord.

I naturalisti svedesi Nordenskiœld e Malmgren scopersero, durante l'estate del 1868, a Bæren-Insel (70° 30' lat. nord) negli strati di carbon fossile e nelle roccie immediatamente adiacenti, diciotto specie di piante, quindici delle quali sono identiche a quelle degli strati più profondi dei giacimenti carboniferi. Questa antica flora del carbon fossile di Bæren-Insel ha molti caratteri identici a quelli della flora del Vosgi e della Selva Nera. Sono abbondanti lepidodendri, all'ombra dei quali vivevano felci a grandi foglie *(Cardiopteris frondosa et polymorpha)*. La flora delle isole Parry sembrerebbe aver avuto lo stesso aspetto: vi si scopersero numerosi giacimenti di carbone, e, fra i vegetali che vi si constatarono, si trova la *Knorria acicularis* dell' isola Melville (baia di Bridport, 70° lat. nord); essa è stata parimente segnalata a Bæren-Insel, e si rinviene nei depositi di carbon fossile di Slesia.

La fauna marina artica ha lo stesso carattere. Sono specie numerose di molluschi provenienti dal mare dell'epoca carbonifera della zona artica, e che s'incontrano in Europa nella stessa formazione; talune sono state perfino rinvenute sotto i tropici. Così si è raccolto infatti lo *Spirifer Keillshavii* a Bæren-Insel, allo Spitzberg, nel Nord-Albert-Land, a Peciora, e altrove nell'India: il *Productus costatus* allo Spitzberg, in Russia, in Inghilterra, nel nord dell'America, nell'India e in Australia; il *Productus Humboldtii* allo Spitzberg, in Russia e nel sud dell'America. È la stessa cosa del *Productus sulcatus*, che è stato osservato a Melville-Insel, al 76° nord, e dello *Spirifer cristatus* trovato allo Spitzberg e che

ha una vasta area. Oltre questi molluschi, lo Spitzberg fornisce coralli che si rinvengono a Klaas-Billen Bay (78° 40' lat. nord), in grandi blocchi calcari.

Tutto ne prova che il calore preponderante allora sulla Terra non era, come oggigiorno, quello del Sole.

La zona polare doveva fruire di una temperatura assai più elevata di

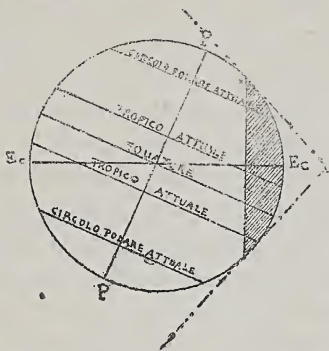



Fig. 205. — Come la Terra fosse rischiarata all'epoca in cui la nebulosa solare giungeva all'orbita di Venere.

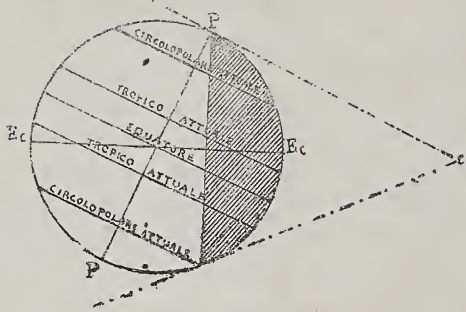



Fig. 206. — Come la Terra fosse rischiarata da un Sole di 47°.

quella attuale; come noi vedemmo, la presenza delle stesse specie sotto latitudini da 40° a 76° nord ci fa lecito di concludere che vi era una grande eguaglianza nella temperatura del globo. D'altra parte, il carattere

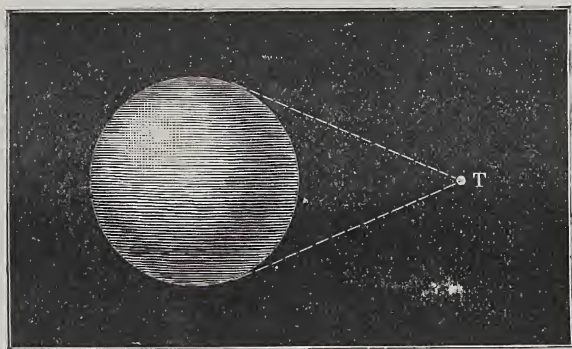



Fig. 207. — La nebulosa solare vista dalla Terra allorchè si estese fino all'orbita di Merc

universale della flora carbonifera rivela un suolo pantanoso e un'atmosfera sovraccarica di vapori; ora, è solamente nei paraggi umidi dei tropici che si rinvengono oggidì forme di vegetali che ad essi si avvicinano.

È mestieri notare che le felci e le licopodiacee dei nostri giorni crescono, più spesso, sotto l'ombra fitta delle foreste; e ch'esse richiedono, assai meno delle fanerogame, l'azione diretta dei raggi del Sole. Era

questo, senza dubbio alcuno, il caso per l'appunto dei loro antenati originarii; e siccome esse formano la grande maggioranza delle piante della flora carbonifera, noi comprendiamo da ciò come abbiano potuto vivere e prosperare sotto un cielo sempre coperto. È la stessa cosa pei pochi insetti conosciuti di quell'epoca, inquantochè essi sono per la maggior parte notturni, quali le termiti e le blatte (1).

Una tale uniformità generale della temperatura è dimostrata inoltre da quest'altro fatto che, perfino nelle regioni artiche, e in ispecial modo presso la Punta Barrow, fu rinvenuto il grande polipo costruttore, il *lithostrotion;* ciò che comprova come in quei tempi remoti il mare artico

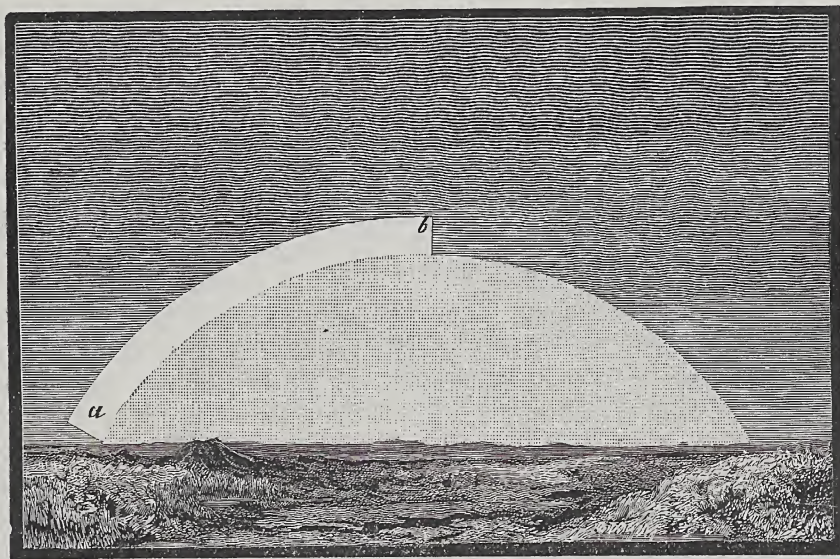



Fig. 208. — Estensione del Sole sul firmamento, allorchè raggiungeva l'orbita di Venere.

fosse un mare a coralli, e come la temperatura non vi discendesse mai al di sotto +20°.

Il pensiero non ha che a lasciarsi trasportare attraverso spazî lontani così remoti, diremo noi col signor De Saporta; esso contemplerà spiaggie basse, dal suolo ancor mosso e acquitrinoso, appena di tanto elevato da sbarrare ai flutti del mare l'accesso delle lagune interiori dominate da alture di poco conto, velate spesso da una fitta nebbia, e che si prolungano a perdita d'occhio e ricingono d'una folta verdura un bacino d'acqua morta, dai contorni indecisi. Fu quella la culla delle miniere di carbon fossile; miriadi di ruscelli limpidi, alimentati da pioggie inesauribili, vi si riversavano dai vicini pendii e dalle valli superiori, come altrettanti

(1) Oswald Heer. — *Il mondo primitivo della Svizzera.*

affluenti d'ognuno di quei bacini. Quando si fosse vissuto a lungo sulle loro rive, si sarebbero visti con una specie di rotazione naturale, non esente da monotonia, le felci o le calamariate, i lepidodendri, le sigillarie e le cordaiti succedersi od associarsi in proporzioni diversissime. Si sarebbe notato nel portamento rigido e nudo delle calamiti, nell'aspetto a colonna delle sigillarie, nell'inestricabile rete delle felci aggrovigliate alla rinfusa, più d'un argomento di somma meraviglia: ma la grazia infinita delle felci arboree colla loro corona di foglie giganti, la bellezza regolare dei lepidodendri, la vaghezza e leggiadria delle asterofilliti, gli scherzi di una luce carezzevole filtrata quasi attraverso ombre così piene di contrasti, avrebbero prodotto una sorpresa di cui non saprebbe darci l'idea oggidì verun altro spettacolo terrestre. Tuttavia un contrasto, che è duopo accennare, sarebbe di natura tale da stornare lo spirito dal suo incanto, e l'ammirazione, eccitata dalla vista di tante meraviglie, non andrebbe esente da tristezza. Adolfo Brongniart, uno di coloro che hanno maggiormente contribuito a togliere il velo a questa sorprendente epoca dei depositi carboniferi, non ha mancato di mettere in luce ciò che l'aspetto dei paesaggi d'allora aveva di triste e di duro. Fra quei rami di calamiti, di lepidodendri, di sigillarie, erette con tanta rigidità, e suddivise secondo leggi quasi matematiche, e le cui foglie appuntate o coriacee si espandevano in tutti i sensi, nessun fiore veniva ancora a mostrarsi. Gli organi sessuali erano ridotti alle sole parti indispensabili: privi di splendore, essi non si nascondevano sotto verun inviluppo, o si circondavano di scaglie insignificanti. La natura, divenuta a poco a poco opulenta, arrossì più tardi della sua nudità; essa si è intessuta abiti da nozze: e a tale scopo, ella seppe render soffici e delicate le foglie più prossime agli organi fondamentali; le ha trasformate in petali, e ne ha variato le forme, l'aspetto, il colorito. Complicando in tal modo apparecchi che si riducevano dapprima alle sole parti più essenziali, essa ha creato il fiore, come la civiltà creò il lusso, facendolo uscire a poco a poco dalle necessità della esistenza migliorata e abbellita.

Si pensa già da tempo, e non ostante talune obiezioni noi possiamo continuare ad ammettere, che l'atmosfera dell'epoca carbonifera fosse oltremodo carica d'acido carbonico, e che una tal epoca debba sempre essere considerata come quella della purificazione dell'atmosfera. Quest'ultima ha ceduto il suo eccesso di carbonio ad una vigorosa vegetazione, sviluppata nei primi continenti definitivamente emersi, mercè una temperatura tropicale ed una luce abbondante, benchè diffusa. Nelle condizioni ordinarie, queste piante, decomponendosi, avrebbero restituito all'atmosfera l'acido carbonico che esse le avevano tolto. Ma i resti vegetali erano, di mano in mano ed a seconda della loro caduta, sepolti sotto l'acqua ed il fango, e la loro lenta trasformazione, operata al riparo dall'aria, manteneva nel carbon fossile che ne risultava la quasi

totalità del carbone. Nel tempo stesso, masse considerevoli di calcare si deponevano nelle regioni pelagiche, fissando una corrispondente quantità di acido carbonico. Si comprende così come il cangiamento incessante nella composizione del mezzo ambiente, e, senza dubbio altresì, nel modo di trasmissione della luce, abbia potuto influire costantemente sulla vegetazione terrestre, e come questa abbia in sè riflesso, mediante la rapida successione dei suoi tipi, le fasi diverse della trasformazione atmosferica.

Dal fatto che le condizioni fisiche dell'epoca sono state le stesse su tutto quanto il globo, non ne consegue che ci dobbiamo lusingare di rinvenire carbon fossile sotto tutte le latitudini. E invero, noi abbiamo visto che le più grandi accumulazioni di materie vegetali avevano avuto luogo sulle rive dei continenti esistenti, all'interno dei quali il combustibile minerale non poteva formarsi che in depressioni assai limitate. Il tracciato dei continenti dell'epoca carbonifera circoscrive dunque gli spazî nei quali possiamo sperare con fondamento di rinvenire depositi di carbone di terra in banchi estesi. Al di là delle lagune, nella direzione degli spazî più vasti, dovevano formarsi esclusivamente depositi calcarei, come il calcare carbonifero e il calcare a fusaline.

Ciò stabilito, i fatti osservati ne danno àdito a credere che un mare immenso si estendesse, all'epoca carbonifera, al nord del 76° parallelo (1). Non è che al sud di questo limite, nelle isole di Melville, di Bathurst e del Principe Patrick, che si incominciano ad osservare i depositi di carbon fossile. Non se ne incontrano altri neppure nelle regioni tropicali dell'emisfero nord, senza dubbio sommersi a quest'epoca. Secondo questi dati, una zona che si estendesse dall'est all'ovest su tutta la Terra, ma limitata al sud dal 40° e al nord dal 76° parallelo, abbraccerebbe con sufficiente esattezza tutte le regioni dell'emisfero boreale provvedute di combustibile permo-carbonifero. Ma le cose potrebbero essere avvenute diversamente sull'emisfero australe, ove i depositi dello Zambese sono situati sotto il 16° grado di latitudine, e quelli dell'Australia si estendono da 25° a 35° di latitudine sud. Si può credere così che all'epoca carbonifera, come in oggi, le terre attuali fossero ad un tempo meno estese e più vicine all'equatore delle terre boreali (2).

Il terreno carbonifero comprende una serie di depositi di gran potenza, i quali raggiungono, in certe regioni, dieci ed anche dodicimila metri di spessore, e in cui predominano, col carbon fossile, arenarie e conglomerati spesso assai compatti, accompagnati da schisti argillosi in seno ai quali si sono conservati, allo stato di impronte, i residui della vegetazione carbonifera: con frequenti riprese poi, in mezzo a queste roccie arenacee e schistose che rappresentano i depositi effettuati nelle lagune

(1) De Lapparent. — *Trattato di geologia.*
(2) De Saporta. — *Il mondo delle piante.*

e nei bacini lacustri carboniferi, vengono ad intercalarsi banchi di calcare, nei quali si trova concentrata la fauna marina dell'epoca. Si numera talvolta perfino un centinaio di strati di carbon fossile in sovrapposizione regolare lungo un'unica verticale.

Questo terreno rappresenta dunque un'epoca di lunga durata, durante la quale le principali modificazioni si verificarono soprattutto nella flora terrestre. È dunque a questa flora che bisogna aver ricorso per stabilire le suddivisioni in quest'epoca complessa.

Avendo lo studio dei bacini carboniferi europei rivelato l'esistenza di tre flore successive, l'epoca carbonifera ha potuto essere divisa in tal modo in tre parti, caratterizzata ognuna da una flora speciale.

I. — La prima fase nello sviluppo di questa flora ragguardevole e contraddistinta dalla predominanza delle licopodiacee (*Lepidodendri*) e dalle felci erbacee dal fogliame frastagliato (*Sphenopteris*).

II. — La seconda, da quella delle *sigillarie* e delle calamiti associate alle grandi felci arborescenti (*Pecopteris*).

III. — Nella terza fase la preponderanza appartiene alle felci, alle cordaiti ed alle piante verticillate da palude (*Annularia*).

È parimente in questa terza fase che appaiono le walchia, le quali predomineranno più tàrdi nelle foreste peruviane.

Considerata sotto il rispetto delle manifestazioni dell'attività interna del globo, l'epoca carbonifera è stata contrassegnata inoltre da un fatto importante. In Francia, in tutte le regioni, quali la Bretagna, i Vosgi, l'altipiano centrale, il nucleo montagnoso delle Mauri e dell'Esterel, che erano sempre stati il territorio favorito delle eruzioni, il suolo s'è aperto e riaperto a riprese diverse, e ha dato passaggio alle roccie porfiriche; alle roccie granitoidi, essenzialmente cristalline, le cui emissioni si erano aperte un varco, insieme colle dioriti, fino alla sommità del terreno devoniano, susseguirono in tal modo roccie che presentavano i loro elementi cristallini, non più saldati fra di loro e solidamente aggregati per semplice justaposizione, ma disseminati in una pasta d'apparenza compatta, che non comprende più cristalli nettamente specificati. Questo fatto è generale, e si è esteso a tutto il globo. È desso l'indizio certo d'un rallentamento effettuatosi nella *potenza chimica* spiegata fino allora dal gran focolare centrale per la formazione delle roccie eruttive (1).

Ma penetriamo per qualche istante nello studio speciale delle miniere di carbon fossile.

Il carbon fossile è il prodotto di una accumulazione di materie vegetali decomposte e trasformate. Si ritrovano in esso i frantumi, i resti, i rami, le foglie, le impronte degli alberi di queste foreste antiche. Analiz-

---

(1) Carlo Vilain. — *Geologia stratigrafica*.

zato chimicamente, esso si mostra composto di carbonio, d'idrogeno e d'ossigeno, vale a dire delle sostanze costitutive dei tessuti vegetali. In media, il carbon fossile racchiude 83 per 100 di carbonio, 6 per 100 d'idrogeno, $5\,{}^1/_2$ per 100 d'ossigeno, ed oltre a ciò traccie di azoto e di solfo. Certi pezzi d'antracite diedero fino il 95 per 100 di carbonio.

Si può dire letteralmente che, provenendo il calorico che riscalda la locomotiva dal carbonio fissato nelle foreste dell'epoca primaria, esso altro non è che il calore primitivo del globo ed il calore stesso del Sole. Questo antico calorico era rinserrato nelle cave di carbon fossile; noi lo sprigioniamo oggidì utilizzando la sua forza sotto un'altra forma, e restituiamo alla natura le provviste ch'essa stessa ha messo in serbo.

Queste foreste del periodo carbonifero furono desse sepolte in posto? Come si vede ancor oggi la torba formarsi nelle paludi, il carbon fossile

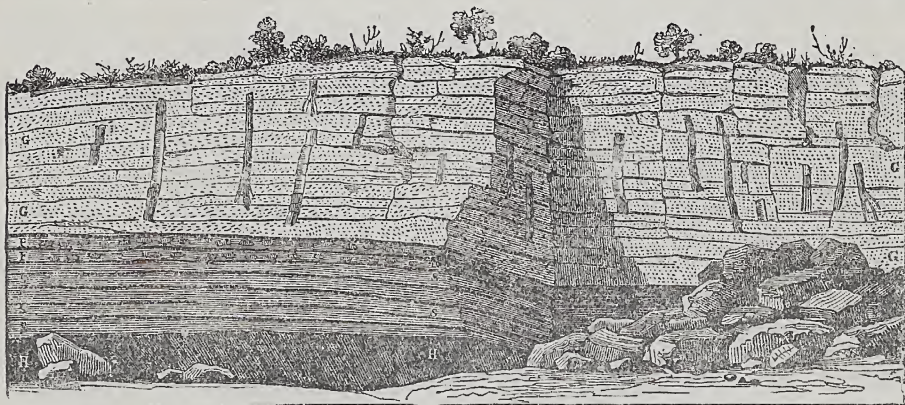



Fig. 209. — Alberi fossili
rinvenuti in posizione verticale nelle cave di carbon fossile di Saint-Étienne.

sarebbe dunque una torba primitiva, grassa, densa, rinserrata sotto gli strati ulteriori di sedimento, e pietrificata? Od è formato invece da residui vegetali trascinati qua e là dalle acque, e depositati in fondo ai bacini? Questa seconda teoria fu la prima ad essere imaginata dai geologi; ma essa fu in seguito balzata di scanno dalla sua rivale, allorchè vennero ad essere scoperti alberi quasi fossilizzati ritti in piedi; poi, dopo alcuni anni, e sopratutto dopo i lavori speciali dei signori Grand'Eury e Fayol, essa riconquistò il generale favore, perchè spiega meglio il complesso di tutti i fatti osservati.

Nell'opera capitale di Elia di Beaumont sopra la *Carta geologica della Francia*, si osservano con particolare interesse (tomo I, pag. 510 e 763) i due disegni caratteristici che noi riproduciamo (fig. 209 e 210) e che rappresentano, il primo gli alberi fossili alla cava di Treuil, nel terreno carbonifero di Saint-Etienne, e il secondo uno dei più belli alberi fossili trovati nelle cave di Anzin. Questi alberi fossili sono perpendicolari al

suolo degli strati, ed hanno subìto l'inclinazione di questi stessi strati, geologicamente sollevati. Si nota altresì che gli strati di arenarie, che si sono successivamente deposti in linea orizzontale interrando questi alberi, sono alquanto sollevati intorno a questi tronchi a quel modo che si ammucchia la sabbia intorno ad un piuolo. Questi alberi fossili sono sopratutto calamiti: non vi si rinvengono radici, e si presentano spezzati tanto in alto quanto al basso. Quello delle cave di Anzin misurava cinque metri d'altezza (la scala della figura è di 1 centimetro per un metro), m. 1,13 di diametro alla base, e m. 0,40 ancora alla sua estremità superiore. Esso è stato trovato, nel 1836, a 217 metri al di sotto della superficie del suolo e a 140 metri al di sotto della superficie superiore del terreno carbonifero. Si rinvennero pure molti esemplari non meno notevoli, molti dei quali furono conservati (e ponno vedersi all'entrata del museo di Valenciennes).

Allorchè Alessandro Brongniart mise allo scoperto gli alberi fossili delle cave di Saint-Etienne, egli credette rinvenire colà « una vera foresta fossile di vegetali monocotiledoni, aventi l'apparenza di bambù, o di grandi equiseti pietrificati quasi sul posto ». Elia di Beaumont e Dufrenoy scrivevano a questo proposito: « I numerosi ciottoli piatti che entrano nella composizione dei terreni carboniferi, le arenarie che ne costituiscono i principali strati fanno generalmente considerare i terreni carboniferi quasichè fossero formati a guisa dei terreni di trasporto; e si suppone che lo stesso carbon fossile, nella maggior parte dei casi, altro non fosse che il prodotto dell'accumulazione di vegetali trasportati e seppelliti. Questa teoria della formazione dei terreni carboniferi, in apparenza così naturale, è ben lungi tuttavia dall'esplicare la massima parte dei fenomeni che presentano. Si osserva che gli alberi fossili attraversano i differenti strati di cui si compone l'assise dell'arenaria. Spesso altresì queste superficie di separazione sono contraddistinte da uno scivolamento orizzontale, poco esteso, a dir vero, ma bastevole per rompere, in più punti, la continuità di quei tronchi, in maniera che le parti superiori sono rovesciate sui fianchi e non fanno più seguito alle inferiori.

« La singolare disposizione di questi alberi in mezzo all'arenaria fa naturalmente supporre ch'essi sieno stati sepolti in posto e senza cambiar posizione; ma in qual modo questi alberi hanno potuto crescere mentre si formava un deposito che andava gradatamente sommergendoli? Forse il suolo andò soggetto ad un progressivo sommergimento che, abbassando la base di quei vegetali non appena veniva dessa circondata dalle materie trasportatevi, le ha, per così dire, fossilizzate di mano in mano ed in ragione della loro cresciuta.

« Questa circostanza, congiunta alla quasi impossibilità di concepire trasporti di legname abbastanza compatto da produrre, mediante la sua decomposizione, uno strato di carbon fossile, ci conduce ad ammettere

che, nella maggior parte dei casi, gli ammassi di carbon fossile sono stati formati in posto mercè il successivo seppellimento dei vegetali che ricoprivano il suolo carbonifero, e che si succedettero, secondo i fenomeni naturali della vita, in una maniera abbastanza analoga a quanto avviene nelle torbiere ».

E, più innanzi, paragonando uno degli alberi fossili d'Anzin alla zona carbonifera circostante, gli eminenti geologi aggiungono: « Le fessure che separano, le une dalle altre, le diverse assise d'argilla schistosa, tagliano l'albero trasversalmente; è in queste parti ch'egli s'è staccato in sezioni cilindriche. L'albero era collocato perpendicolarmente ai banchi d'argilla schistosa, che sono inclinati di 33 gradi verso il sud. La parte che dovette contenere le radici, era diretta in basso e posta ad 1 metro al di sopra della vena di congiunzione. Le diverse assise dello schisto offrono, nella sua vicinanza, una leggiera incurvatura che si rialza verso la sommità, come se la materia ancor molle avesse subìto, solidificandosi, un rattrappimento o un conglomeramento che non avrebbe potuto aver luogo in vicinanza dell'albero, così facilmente come altrove.

« L'interno di questo fossile è riempito di una materia analoga a quella degli strati circostanti, disposti in strati paralleli, ma concavi, che si sollevano alquanto dal centro verso la circonferenza; ciò che può far presumere che questo fossile era cavo, e che la materia introdotta nel suo interno vi avrà provato una compressione come all'esterno. Il riempimento esterno del tronco è separato dallo schisto che lo circonda mediante una pellicola di carbone di cinque millimetri di spessore, colorata di diverse tinte che parrebbero ascrivibili alla presenza dei solfuri d'ossidi metallici e di carbonato di calce. Questo strato di carbone sembra essere stato dotato esso solo di vegetazione. La materia schistosa, tanto esterna quanto interna che è in contatto con essa, ha conservato l'impronta della sua configurazione la quale differisce, pei disegni che vi si scorgono, dall'albero della cava carbonifera di Bleuse-Borne.

« Questa pellicola di carbon fossile è evidentemente la materia stessa del vegetale, che era quasi cavo o riempito interiormente d'un tessuto molle, assai spugnoso e assai facilmente distruttibile, come lo sono ai giorni nostri molti dei grandi vegetali delle regioni tropicali. La materia più solida dell'inviluppo esterno s'è senza dubbio trasformata in carbon fossile mediante un'elaborazione lentissima ch'essa ha subìto nel seno della terra. Il carbon fossile che compone gli strati, e che è quasi completamente identico a quello di simili pellicole, non saprebbe avere altra origine.

« Aggiungasi a ciò che questi tronchi perpendicolari alla superficie degli strati sono, da soli, una prova dimostrativa del cangiamento di posizione che ha dato a questi stessi strati l'inclinazione ch'essi ci appalesano. In origine, gli strati s'erano formati in una posizione orizzontale, e i tronchi

degli alberi che sono ad essi perpendicolari erano verticali, in seguito, gli strati e gli alberi furono simultaneamente soggetti ad inclinazione. L'inclinazione non fu qui che di circa 30 gradi: altrove essa fu di 60, di 80 e di 90 gradi, e talvolta essi furono rovesciati al di là della verticale. L'orizzontalità quasi perfetta che devono aver subìto, in principio, gli strati sedimentari, può d'altronde dedursi da osservazioni di differente natura ».

Si poteva credere infatti a foreste sepolte in posto, a sedimenti ulteriori ed a sollevamenti di tutta la massa in corpo. Ma tuttavia l'assenza delle radici era un fatto abbastanza grave.

È cosa più sicura il far ritorno alla prima teoria, a quella dei trasporti. La perpendicolarità dei tronchi agli strati che li contengono non comprova il loro sviluppo in posto. Esiste a Commentry un banco in cui i rami di *calamodendron* e di *psaronius* abbondano al punto da simulare una foresta fossile; ma se si numerano questi resti, si riconosce che vi sono cento volte più alberi in posizione orizzontale di quello che in posizione verticale; e per di più, allorchè gli alberi sono ritti in piedi, ciò non si verifica mai negli strati di carbon fossile, ma nelle arenarie, o, talvolta negli schisti. In qual modo sono essi stati trasportati? Gli alberi delle cave di carbon fossile, coi loro tronchi molli e cilindrici, coronati, soltanto alle sommità, da un ombrello di foglie, erano per l'appunto acconci a conservare, galleggiando, la verticalità dei loro tronchi. Trascinati in mezzo a sedimenti grossolani, essi dovevano affondarsi a poco a poco in seno ad una materia abbastanza resistente per sostenerli: all'opposto, se la corrente non trascinava che fango, destinato a formare schisti, i tronchi, una volta affondati, dovevano aver tendenza a coricarsi sul fondo. È del resto quanto si verifica nel dominio dei grandi fiumi, quali il Mississippi, ove abeti intieri, trascinati via coi loro rami, si affondano verticalmente nelle alluvioni del delta. Aggiungiamo che il signor Fayol ha trovato a Commentry un tronco verticale la cui radice era in alto, e che non poteva essere stato condotto in quella posizione che per opera di galleggiamento.

Questo galleggiante degli alberi sepolti risulta dalla caduta o dallo scivolamento dei resti vegetali, trascinati dalla pioggia ad una debolissima distanza dal loro luogo d'origine, e che vengono a formare, al di sopra d'una terra bassa o d'una palude, un'accumulazione che i sedimenti di alluvione potranno ricoprire più tardi, quando il suolo avrà subìto un sommergimento? Oppure gli strati di carbon fossile non sono essi stessi che alluvioni spinte da torrenti, frammisti confusamente insieme a fango ed a sabbie, nell'acqua profonda d'un lago e stratificantisi a somiglianza dei depositi dei delta? Secondo gli studî dei signori Grand'Eury e Fayol, noi dobbiamo considerare il carbon fossile come formatosi mediante residui vegetali *depositati in senso piatto* e ricoprentisi vicendevolmente.

quasichè fossero ammassati su di un piano orizzontale, in una situazione talmente uniforme che vi si deve riconoscere l'azione permanente di un liquido che serve da veicolo. I residui sono frammenti di tronchi, di scorze, di rami e ramicelli, di lembi di foglie, talora svariatissimi, talora invece omogenei; così il grande strato di Decazeville è formato da scorze di calamodendri, e molti degli strati di Saint-Etienne sono quasi esclusivamente costituiti da scorze di cordaiti. Quest'ultime, trasformate in carbon fossile, conservano ancora spessori di cinque, sei e sette centimetri,

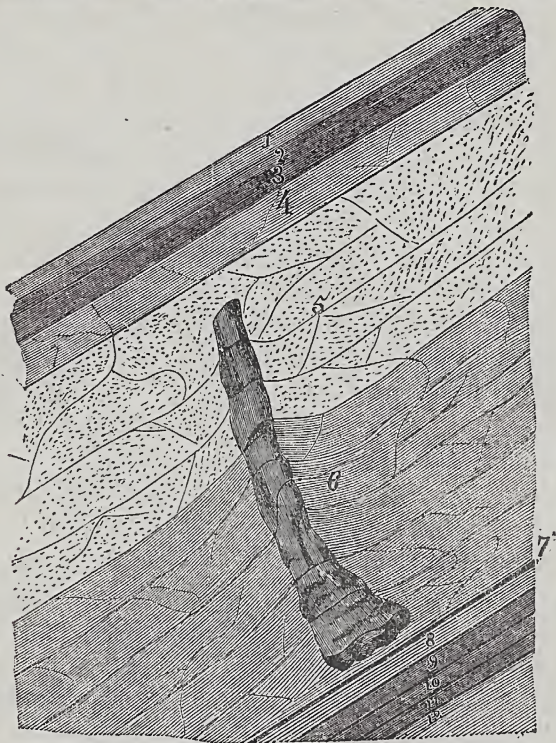



Fig. 210. — Albero fossile trovato a 217 metri di profondità (Miniere d'Anzin).

che dimostrano ciò che doveva essere la potenza di sviluppo di questi vegetali nello stato loro di vitalità.

Torrenti gravidi di sabbie, di fango e di resti vegetali, sboccano nell'acqua profonda e tranquilla d'un lago, ove i materiali si separano secondo le loro densità; i ciottoli piatti e le ghiaie cadono in strati assai inclinati vicino affatto alla foce, mentre i fanghi si dispongono più lontano, stratificandosi secondo una inclinazione più dolce; ed ai piedi loro, in una disposizione prossima all'orizzontale, si depositano i vegetali. Così i progressi continui del delta causano il seppellimento dell'alluvione vegetale sotto nuovi strati di sedimento ed ove continui l'aggiunzione di

residui di piante, lo strato di combustibile, più o meno regolare, si prolungherà sul fondo, benchè le sue diverse parti non siano contemporanee e rappresentino le aggiunzioni successive delle piene consecutive. In tal modo, la qualità dello strato si risentirà delle variazioni del regime, e vi si potranno rinvenire tutti i gradi possibili, dal carbon fossile puro (e cioè dalla materia vegetale esente di detriti minerali, fino allo schisto bituminoso e cioè al fango detritico un po' misto di piante e di residui diversi) (1).

Quanti anni, quanti secoli rappresentano questi depositi e queste trasformazioni? Sarebbe certamente difficile il calcolarlo. Quale non doveva essere l'attività vegetale di quest'epoca? Secondo i computi di Elia di Beaumont, tutto il carbone che le nostre foreste attuali potrebbero fornire non formerebbe, tutt'al più, sull'estensione delle miniere di carbone messe in esercizio, che uno strato di 16 millimetri in cento anni.

Abbiamo così davanti a noi centinaia di migliaia d'anni, che ci fanno arretrare di milioni d'anni. Questi avvenimenti geologici ci riconducono ben lungi, quantunque già tanti secoli si sieno succeduti dal tempo in cui il nostro pianeta era un globo in fusione che incominciava a raffreddarsi. Ci vien qui presente involontariamente l'imagine adottata dai Buddisti. Per dare un'idea dell'antichità della Terra e della sua durata, quei pensatori paragonando il nostro globo ad una montagna di diamante che si tentasse, una volta in ogni secolo, di nettare mediante un leggiero cencio di cotone. Quando essa sarà consunta?... Fortunatamente per noi, la scienza umana va più presto della storia della Terra.

Da un mezzo secolo da che sono nate, le ferrovie hanno apportato una luce inattesa allo sviluppo della geologia, mediante le trincee ed i tunnels ch'esse hanno scavato attraverso i diversi strati della superficie del globo. Ma di tutte le specie di terreni, i carboniferi furono i meglio studiati, i più ricercati, a motivo del valore intrinseco del loro esercizio industriale. (Noi non abbiamo a parlar qui delle miniere di diamanti, di pietre preziose, d'oro, d'argento, di metalli diversi, inquantochè esse appartengono a terreni primitivi e a filoni eruttivi d'origine anteriore alla vita ed estranei al soggetto di quest'opera). Si conoscono non solamente le miniere di carbone che affiorano alla superficie del suolo, ma si cercano altresì, a prezzo d'ogni sacrifizio, quelle che possono trovarsi ad una debole profondità e permetterne l'esercizio. Quest'esercizio stesso ha un limite: allorchè la profondità dello strato di carbon fossile è tale che le spese fatte per andare a cercarlo divengono eguali o superiori al prezzo di vendita, i più intrepidi si arrestano. Così, per esempio, esaminando la sezione della figura 121 (pag. 233) fatta attraverso il bacino della

---

(1) De Lapparent. — *Trattato di geologia*

Senna, e quella del pozzo artesiano di Grenelle (pag. 255) si comprende che, giungendo al terreno primario che passa al di sotto di Parigi possa trovarvisi del carbon fossile, ma bentosto si riconosce che le spese d'esercizio lasciano allo stato chimerico ogni progetto di andare a cercarvelo (1).

Questo grande valore del carbone di terra, d'altrettanto più prezioso inquantochè il carbone stesso non è inesauribile — ma anzi, secondo ogni probabilità, verrà tutto abbruciato nello spazio di tre secoli — indusse a conoscere i depositi che non arrivano fino alla superficie del suolo e che sono ricoperti da terreni moderni affatto indifferenti. Così a Valenciennes, ad Anzin e in Lorena le miniere sono ricoperte da terreni moderni, mentre nell'altipiano centrale della Francia giungono fino a fior di terra. Quelle delle Fiandre passano sotto la Manica e discendono in Inghilterra. Il Belgio, l'Inghilterra, gli Stati Uniti, la Russia, la China sono, com'è noto, assai ricchi di miniere di carbon fossile (2). Il terreno carbonifero si estende a più di un terzo della Russia Europea, ricoprendo un bacino appiattito il cui bordo viene ad appoggiarsi da una parte fra il mar Bianco e Mosca, e dall'altra contro le montagne degli Urali. La sua costituzione geologica (calcari marini) dimostra che alla fine dell'epoca carbonifera un mare si estendeva sulla Russia allorchè l'Europa occidentale, in gran parte emersa, era coperta di laghi e di paludi d'acqua dolce che bagnavano il piede di vegetali giganteschi.

Allorchè gli strati carboniferi vengono ad affiorare alla superficie del suolo, essi non estendonsi punto per ciò solo su vasti spazzi, ma discendono abbastanza presto, più o meno obliquamente, fino ad una certa profondità. È mediante pozzi verticali e gallerie inclinate che i minatori riescono ad estrarre il prezioso combustibile e ad offrirlo in commercio, al prezzo di una vita di abnegazione e di fatiche che non è quasi mai giustamente compensata. Non ostante beneficî spesso favolosi, il lavoro del minatore non è associato alle carezze della fortuna, ed anche allora che questo soldato dell'abisso dà l'esempio di una vita laboriosa e sacrificata, è raro ch'egli giunga ad una tranquilla vecchiaia. Allorchè egli è uscito sano e salvo da tutti gli accidenti della vita sotterranea, dal grisù, dai franamenti, dalle inondazioni, ecc., i suoi polmoni non sono per questo

(1) La distanza non è sempre il solo ostacolo. Vi è, non lontano dalle miniere di Anzin, a Marly, presso Valenciennes, uno strato di carbon fossile che parrebbe degno di solleticare l'ambizione degli azionisti. Esso rimane inesplorato, pricipalmente in causa delle inondazioni sotterranee che lo invadono e che non si sono potute vincere.

(2) La superficie dei terreni carboniferi in esercizio si eleva a trentamila leghe quadrate di quattro chilometri di lato, aventi ognuna un valore di sedici ettari. Si può valutare a duecento milioni di tonnellate di mille chilogrammi la quantità di carbon fossile estratta in media ogni anno da tutte quante le miniere del mondo intiero. L'Inghilterra sola entra per metà in questa cifra, e la Francia per un decimo. L'esercito dei minatori si calcola di trecentocinquantamila uomini in Inghilterra, di centomila in Francia, di altrettanto in Germania e di cinquantamila nel Belgio. La cifra di questo esercito sotterraneo che combatte pei lavori della pace, per l'industria e pel progresso dell'umanità, si eleva a circa un milione d'uomini.

meno impregnati di polvere carbonifera, sono divenuti neri e duri, e cessano di funzionare normalmente; il sangue si rinnovella male, e la luce del giorno, di cui egli sperava godere per alcuni anni, non rischiara più che un corpo affranto che rimpiange quasi la sua seconda patria. Se, affidandoci al treno direttissimo che ci fa trasvolare attraverso le varie provincie e mette oggidì Nizza alle porte di Parigi, se, in questa grande città, alla sera ammirando la fiammeggiante illuminazione che rivaleggia con quella del giorno, pensiamo un istante alla formazione del carbon fossile a cui dobbiamo queste meraviglie, noi possiamo, noi dobbiamo associare alla nostra memoria un sentimento di simpatia verso questo soldato dell'abisso e il suo pacifico campo di battaglia.

La profondità delle miniere di carbon fossile giunge talvolta fino a cinquecento, seicento, ottocento metri, e le gallerie, tracciate coll'aiuto della bussola, si estendono spesso fino a cinque e sei chilometri.

Fig. 211. — Le miniere di carbon fossile. — Sezione del Creuzot a Montchanin.

In generale, questi bacini carboniferi hanno la forma di bacinelle, più o meno vaste, più o meno compatte, più o meno profonde; ma anche qui non si poterono stabilire regole fisse, a motivo delle numerose dislocazioni del terreno e della varietà stessa delle condizioni originarie della produzione del carbon fossile. Molti geologi distinguono il calcare carbonifero che riposa al di sopra, e separato spesso da uno strato di arenaria sterile. Riuscirebbe difficile calcolare il numero delle alternative di sommersione d'acqua marina o d'acqua dolce rappresentate dai numerosi strati fogliettati carboniferi che si susseguono. Nell'enorme strato che si estende da Valenciennes a Liegi, si annoverano, su di uno spessore di trecento metri, centocinquantasei foglietti sovrapposti fra i quali si riconoscono fino sette invasioni marine rappresentate da calcari neri contenenti *productus* e *goniatiti*. Certi foglietti non misurano che pochi decimetri di spessore. Altri, come a Commentry, non hanno meno di venticinque metri. Nel Belgio certi strati sono ripiegati a forma di Z così bene che uno stesso pozzo verticale attraversa sovente tre volte lo stesso foglietto. È spesso sdraiato carponi, o col corpo raggomitolato e il collo ripiegato che l'operaio minatore deve salire obliquamente le vene di carbon fossile, disgregando penosamente colla sua zappa tutto lo spessore combustibile.

Chi scrive è rimasto talora giornate intiere in queste profondità, testimonio dei lavori che curvano con una rude fatica quelli che alla sera venivano a porsi i loro bambinetti sulle ginocchia, con questo canto ancora sulle labbra: « La mia lampada è il mio sole, tutti i miei giorni sono notti... ». I nostri lettori si renderanno conto di questa varietà di giacimenti, di terreni e di trasformazioni, mediante le sezioni disegnate nelle figure dalla 211 alla 214. La prima è una sezione dal Creuzot a Montchanin, tracciata dal signor Simonin: essa dimostra tutta la ricchezza di questo vasto bacino; la seconda (fig. 212), mostra le inclinazioni e le alternative di carbon fossile, di schisto e di arenaria; la terza (fig. 213), appalesa come talvolta esse giungano fino a divenire verticali; la quarta (fig. 214) mette in evidenza irregolarità e dislivelli più notevoli ancora: queste tre ultime sono tolte dal lavoro ufficiale di Elia di Beaumont (*Spiegazione della carta geologica*).

Il carbon fossile non esiste solamente nei terreni dell'epoca primaria

Fig. 212. — Sezione del terreno carbonifero di Saint-Gervais, presso Lodève.

di cui studiamo in questo momento la storia. Il combustibile fossile si rinviene in tutti i terreni; ma esso è sempre meno puro e compatto, oppure occupa superficie sempre meno estese, di mano in mano che si sale o si discende la scala geologica, movendo dal terreno carbonifero propriamente detto. Ciò è ascrivibile al fatto che questo terreno fu il solo in cui le condizioni botaniche e climatologiche abbiano permesso una grande accumulazione di vegetali sì da produrre il carbon fossile. Questi vegetali disparvero in seguito o cambiarono a poco a poco di natura fino a rivestire le forme ch'essi hanno attualmente.

Tuttavia, per effetto di circostanze particolari, il vero carbon fossile, compatto, bituminoso, resistente al fuoco, ha potuto formarsi in tutti i terreni e non solamente nel terreno carbonifero, come vogliono alcuni scienziati troppo assoluti nelle teorie loro. Bisogna dunque ammettere, seguendo l'esempio dei geologi antichi, che vi sono carboni fossili antichi e recenti. Rifiutarsi di accettare questa classificazione sarebbe un chiudere gli occhi alla realtà. Si presenta ancor meno opportuno il battezzare col nome irriverente di lignite, che non ricorda che il legno, *lignum*, i veri

carboni fossili dei terreni più moderni del terreno carbonifero. Questi terreni furono spesso il teatro, fino dall'epoca terziaria, di una vegetazione tropicale, e le palmaciti, o palme fossili, furono i precursori delle palme delle regioni torride attuali.

« In Toscana la formazione carbonifera antica non si mostra in nessuna parte. « Non vi è carbon fossile in Etruria », dicevano dunque i geologi nell'anno di grazia 1839. Questa asserzione venne ad orecchio d'un signor Lenzi, agiato casigliano della Maremma, che aveva messo un giorno a nudo, lungo un burrone, un affioramento di carbone. Egli fece parte della sua scoperta ad alcuni capitalisti di Livorno, che visitarono i luoghi, e, senza inquietarsi di ciò che ne penserebbe la geologia, diedero mano alla impresa coll'emissione di azioni. Il granduca stesso, il vecchio Leopoldo, si commosse, e ridestò la discussione. Grande sossopra nel campo dei geologi. « È carbon fossile » dicevano gli uni. « È lignite » rispondevano gli altri. Al Congresso scientifico di Pisa, la querela si accalorò; non si mancò di gettarsi reciprocamente addosso i campioni esposti. Il pubblico, che origliava alle porte, non comprendeva nulla del dibattito, e domandava innanzi tutto se il carbone esistesse e se bruciasse bene. Ciò che vi ebbe di particolare in tutto ciò si è che questa lignite, come si persisteva a chiamarla, aveva tutte le proprietà dei migliori carboni fossili, ed anche quella di dare del coke. Al che i geologi ortodossi rispondevano che poichè essa dava del coke non poteva essere lignite, ma bensì carbon fossile inglese comperato a Livorno e gettato a bella posta e con malizia in fondo ai pozzi! Ciò fece ribassare le azioni; poichè della calunnia ne riman sempre un tantino, come diceva Don Basilio. La lotta durò a lungo: i congressi scientifici se la rimandarono dall'uno all'altro, ed io non so se essa sia oggi completamente ultimata. Quanto posso affermare si è che i poveri azionisti non si sono mai riavuti dal colpo che portarono loro i geologi (1). »

Ma facciamo ritorno alle piante dei tempi primitivi, a cui noi siamo debitori della formazione dei carboni fossili.

I nostri lettori osserveranno più avanti (fig. 215) un interessantissimo documento dovuto al signor Marchand, che rappresenta una foresta dell'epoca carbonifera riprodotta valendosi dei documenti pubblicati dal signor Grand'Eury. In mezzo a queste ricche felci, dal fogliame così finemente frastagliato, ciò che l'autore ammira maggiormente sono le più umili crittogame di cui si è fatto l'eloquente difensore, quelle che si nascondono in seno alle acque o quelle che la loro esiguità rende quasi invisibili. « Il gruppo delle crittogame, dice egli (2), contiene le

---

(1) SIMONIN. — *La vita sotterranea* o *Le mine e i minatori.*
(2) L. MARCHAND. — *Botanica crittogamica.*

piante più grandi e le piante più piccole. Vi si trovano vegetali tali che, secondo Schleiden, ne occorrono 111 500 000 riuniti per raggiungere il peso di un grammo (in maniera che ognuno pesa la milionesima parte di un milligrammo e che ne stanno 41 000 milioni su di un pollice quadrato). Ve ne sono di più piccoli ancora. Al fianco loro si rinvengono Macrocystis (1), un esemplare delle quali, misurato da Humboldt, aveva 500 metri di lunghezza; il campanile della cattedrale di Strasburgo tre volte sovrapposto darebbe un'altezza di 460 metri solamente, e occorrerebbero ancora 40 metri perchè eguagliasse quella della Macrosystis di cui è questione. Tali piante sarebbero degne del nome di giganti, se la loro grossezza fosse in rapporto colla loro lunghezza: ma ciò non è, e i loro tronchi sono invece esigui e flessibili tanto da permetter loro di galleggiare in balìa dei flutti.

« Le crittogame si incontrano dovunque: nelle acque, sulla terra, nel

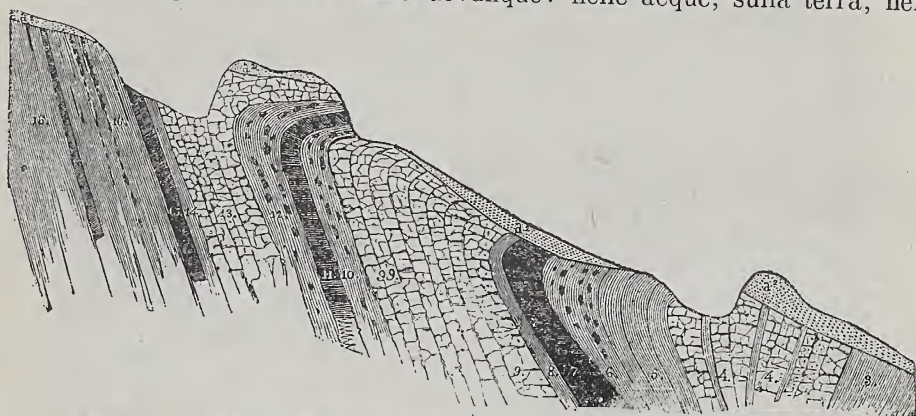



Fig. 213. — Posizione degli strati di carbon fossile nella cava di Fins (Allier).

suolo, nell'aria, nei corpi viventi, nei corpi in putrefazione. Il loro ufficio nell'economia del globo terrestre è importantissimo.

« Le acque sono riempite di queste crittogame che si chiamano alghe; i fiumi grandi e piccoli, gli stagni, le acque stagnanti ne alimentano innumerevoli quantità; i mari ne sono, per così dire, tappezzati; essi dànno vita nella loro profondità a foreste che, per la molteplicità delle forme e per la bellezza dei colori, non la cedono in nulla alle foreste delle terre emerse. Allorchè l'occhio non distingue più nulla in queste acque, se lo si munisce d'una lente, discopre nuovi paesaggi; bentosto la lente non basta più; si vuol vedere ancora, ci si aiuta col microscopio, e si scorge che è opera vana lo allargare il proprio orizzonte mediante ingrandimenti sempre più possenti, poichè si scoprono sempre

(1) Alghe fucoidee, fra cui va ricordata la Macrocystis pyrifera della California.
Nota del Trad.

nuove vegetazioni, e si presente che la natura riserva da questo lato un infinito da scandagliare. Parimente, in senso inverso, i perfezionamenti del telescopio, pur facendoci penetrare sempre più innanzi nelle profondità del cielo, ce lo mostrano cosparso ovunque di soli e di nuovi mondi.

« Tutte queste crittogame, piccole e grandi, vivono, ed è della loro vita, piuttosto che della nostra forse, che è costituita quella della Terra. Vedendole all'opera, si comprende quanta parte sia ad esse riservata nei fenomeni che hanno luogo sul nostro pianeta; sottraendo, per vivere, l'acido carbonico dalle acque sovraccariche di bicarbonato, esse producono del carbonato di calce insolubile che si deposita, e preparano così grossi strati di pietre da costruzione, in mezzo ai quali lasciano i loro resti come testimonianza della parte da loro presa a quel lavorìo. Certe

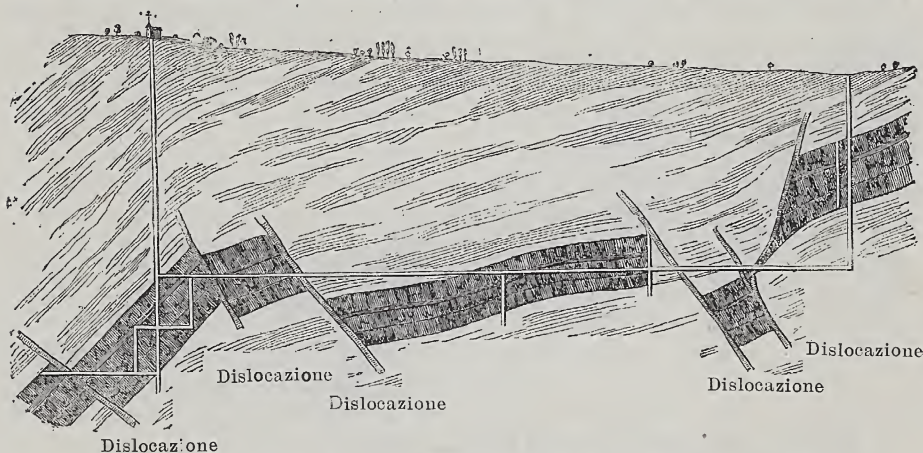



Fig. 214. — Sezione dello strato di carbon fossile di Montceau-les-Mines, secondo una linea parallela alla direzione della sua inclinazione.

altre agiscono sull'acido silicico: esse lo pongono in serbo, se ne valgono per costruirsi inviluppi di protezione, e, moltiplicandosi con una rapidità vertiginosa, giungono a formare roccie che si elevano rapidamente; le generazioni che si succedono si stabiliscono sui cadaveri di quelle che vissero e che rimangono colà sviluppate di conchiglie silicee serventi ad esse di lenzuolo funebre. È in tal modo che si forma un gran numero di roccie e di terre.

« Altre volte, queste minuscole crittogame acquatiche, trascinate dai fiumi, vengono a deporre le loro spoglie in così grande quantità da intralciare le foci di questi corsi d'acqua. Alle bocche dell'Oder e di parecchi altri fiumi, nel porto di Wismar, sulla diga di Pillau, il fango è formato in parte, ed anche per un terzo o per la metà, da specie viventi in moltitudini incalcolabili. È a circa un milione di metri cubi che bisogna calcolare le masse di questi infinitamente piccoli che si depo-

Fig. 215. — Foresta dell'epoca carbonifera.
Restaurata secondo il signor Grand'Eury, dal signor L. Marchand.

sitano ogni secolo nel porto di Pillau. E ricordiamo qui che tali crittogame sono di quelle di cui occorrono 41 000 milioni per coprire un pollice quadrato.

« Non appena le roccie vengono ad emergere, che altre crittogame s'impadroniscono d'esse; sono in generale licheni. Attaccati alle roccie, essi decompongono le più dure. Queste piante singolari, che si incontrano ovunque siavi un terreno da preparare affinchè vi si stabiliscano vegetali d'un ordine più elevato, in parte alghe ed in parte funghi, sono atte ad ogni specie di lavoro; così esse si trovano dappertutto, e vegetano sul quarzo, sulle arenarie, sugli schisti d'ardesia, sui basalti, sui porfidi dei vulcani estinti, e fin anco sulle lave appena raffreddate di quelli che sono ancora in eruzione. Tuttavia è bene aver presente che le crittogame hanno tutte abitudini acquatiche: esse sono tutte più o meno idrofile; è gran che se le più elevate in organizzazione si arrischiano nei luoghi un po' secchi, giacchè quelle che noi abbiamo indicato come proprie dei deserti ardenti sono licheni che non vi muoiono, ma non vivono però che quando rinvengono qualche umidità. Si nota fra tutte queste crittogame come un segreto vincolo di parentela colle alghe, dalle quali, senza dubbio, provengono. Le rizocarpe sono acquatiche; le apatiche lo sono a un dipresso; necessita ad esse un'aria satura d'umidità, e gli sfagni non vivono che nelle nostre paludi, ove essi ammucchiano l'una sull'altra le loro generazioni per formare la torba. I muschi non esigono tant' acqua, ma la maggior parte d'essi vogliono l'ombra dei boschi; ed è la stessa cosa per le isoete, pei licopodii e per le asperelle, le quali tutte amano un suolo umido. Non vi sono che le felci che divengono terrestri, a condizione per altro, pel maggior numero d'esse, che l'atmosfera sia oltremodo carica di vapore acqueo.

« Se, invece di limitarci alla semplice esplorazione della superficie del globo, scaviamo alquanto le profondità del suolo, noi ci avvediamo tosto che i fenomeni naturali a cui assistiamo non sono che la continuazione non interrotta di quelli che avvennero nelle epoche che ci hanno preceduto. Lo stesso lavorìo aveva luogo, l'ugual modo di funzionare si verificava, l'equilibrio vitale si stabiliva mediante l'azione combinata di elementi edificatori, e di elementi distruttori; ma, a giudicarne dalle testimonianze che rimangono di quelle età, tutto il lavoro era fatto dalle crittogame, non essendo la fanerogame apparse che più tardi alla superficie del globo, per aiutarle dapprima, per supplire ad esse in seguito, e per tentare, da ultimo, di surrogarle nella loro funzione cosmica. »

Durante i lunghi secoli dell'epoca carbonifera, la forma vitale del pianeta terrestre era soprattutto rappresentata da due grandi sistemi d'organizzazione; nelle acque i pesci, sulla terra le piante.

La tendenza divina verso l'incessante perfezionamento non ha ancora prodotto le specie superiori; nè nel regno animale, nè nel regno vege-

tale; ma essa si è manifestata già chiaramente nei grandi ascensionali che si estendono dal regno minerale ai pesci ed agli insetti da una parte, alle felci e alle sigillarie dall'altra. Essa continuerà ad agire in un tentativo incomparabilmente più luminoso ancora, allorchè attraverso le diverse età darà origine alle piante nervose o carnivore, alla sensitiva o alla drosera, e parallelamente, agli uccelli, ai mammiferi ed alla razza umana.

All'epoca a cui siamo arrivati in questo studio della Terra anteriore all'uomo, sono le piante che fanno i progressi più rapidi, e la natura ci invita essa stessa a soffermarci un istante per ammirare questo curioso mondo vegetale, ed apprezzarlo nel suo valore reale, così stranamente disconosciuto. Agli occhi d'un gran numero d'uomini, il mondo delle piante sembra straniero al sistema generale della vita terrestre; il loro perpetuo silenzio (1), la loro immobilità, la loro modestia concorrono a farle passare inavvertite. Tuttavia esse non sono meno interessanti a conoscersi degli animali stessi; esse sono *viventi*, e avrebbe potuto darsi ch'esse esistessero sole sul nostro pianeta e che la razza superiore — quella che avrebbe preso il posto della razza umana — fosse una razza vegetale.

Ricordiamoci innanzi tutto, per ben giudicare, che le piante possono essere divise in due grandi rami: le *crittogame* e le *fanerogame*. Le prime sono piante umili, poco appariscenti, sprovviste di fiori « questi nidi nuziali, » e il loro nome viene per l'appunto da tale loro stato (2); gli organi della generazione, come quelli della riproduzione, sono invisibili, microscopici, latenti, così ben celati, così discreti, che testè ancora eminenti botanici dubitavano della loro esistenza, e proponevano di chiamare questi vegetali agami, e cioè privi di generazione. Fra queste piante crittogame noi possiamo citare le alghe, i funghi, le muffe, i muschi, i licheni, i licopodi, le felci. In realtà non esiste per esse più di quanto esista per le fanerogame la generazione spontanea, ma, come negli animali primitivi di cui nelle pagine precedenti abbiamo narrato la storia, il modo di generazione rimane ancora rudimentale, fluttuante, indeciso, e non raggiunge il perfezionamento della separazione assoluta dei sessi e della necessità del ravvicinamento di due esseri distinti e complementari l'uno dell'altro.

Non fiori, non grazia civettuola, non profumi, non ebbrezze, non attrazioni, non contatti; amori di molluschi, di crostacei, di pesci!

---

(1) « O i pacifici vegetali, » dice Schiller nel *Misantropo*, « le vostre silenziose meraviglie mi annunciano la potenza della divinità! » E il poeta tedesco Lenau, osservatore fine e scrupoloso dei più recondoti misteri della natura,

Ci son sì presso
Per gli splendidi petali e gli olezzi...
Ci son sì lungi pel silenzio eterno! *Nota del Trad.*

(2) Etimologia: κρυπτος, nascosto: γαμος, nozze.

Ma la natura si eleva verso un ideale che è ad un tempo più poetico e più sensibile. Dalle crittogame uscirono le fanerogame, come dagli invertebrati derivarono i vertebrati. Le fanerogame sono piante superiori, con nozze pompose (1), che possedono per la maggior parte organi di generazionc visibili ad occhio nudo: gli organi maschi, chiamati stami, portano gli elementi fecondanti, il polline; l'organo femminile, designato sotto il nome di pistillo, porta gli ovuli destinati ad essere fecondati

Fig. 216. — Fiore di Boswellia. Fig. 217. — Fiore di Coriandolo. Fig. 218. — Fiore d'Agrimonia.

e a dar vita ad una nuova pianta. Le fanerogame si dividono in due grandi sezioni: le gimnosperme e le angiosperme; il carattere essenziale delle prime è di avere gli ovuli nudi, e, per quanto concerne gli alberi,

Fig. 119. — Fiore di Papavero

la parte legnosa composta di fibre disposte per strati concentrici, come le cicadee e le conifere: è carattere essenziale delle seconde l'avere gli ovuli rinchiusi in un piccolo sacco denominato ovario; le angiosperme si suddividono alla lor volta in due classi: le monocotiledoni, in cui la foglia primaria dell'embrione, o cotiledone, è isolata, e il cui legno non si accresce per strati concentrici (ad esempio: palme, banami, giunchi, canne, giacinti) e le dicotiledoni in cui le foglie primarie dell'embrione

(1) Etimologia: φανερος, evidenti: γαμος, nozze.

sono in numero di due, opposte l'una all'altra, e in cui il legno, per gli alberi, si accresce mediante strati concentrici, come quello delle gimnosperme, ed è formato da fibre e vasi (per esempio: quercie, olmi, acacie, finocchio, timo, fagiuoli, ecc.). Ma evitiamo i particolari: noi non scriviamo qui un trattato di botanica.

Fig. 220. — Fiore di Kalmia.
Stami prima della fecondazione.

Fig. 221. — Lo stesso fiore.
Stami posati sullo stigma al momento della fecondazione

Sappiamo solo apprezzare la vita reale delle piante iniziandoci per breve istante nei loro costumi e nelle sensazioni loro.

Ecco alcuni fiori (fig. 216 fino alla 219). Nella corolla si osserva al centro un breve stilo rigonfio alla sua parte inferiore; è il *pistillo*, od

Fig. 222. — Loasa lateritia: stami portantisi verso lo stigma per la fecondazione.

organo femmineo; il rigonfiamento inferiore è l'ovario, contenente gli ovuli; l'estremità del pistillo si chiama lo stigma.

Intorno a questo pistillo o corpo centrale si osservano gli stami, od organi maschili, in numero di cinque o di più (il loro numero è variabile, e il pistillo stesso può essere unico o multiplo secondo le varie specie di piante). Questi stami sono costituiti da un sostegno in forma di colonnina che ha termine con un corpuscolo rigonfio chiamato antera. È la parte essenziale dell'organo, ed è essa che racchiude il polline o polvere fecondante.

Si può rendersi conto del meccanismo della fecondazione dei fiori dall'ispezione delle figure 220 e seguenti, che mostrano differenti aspetti della costituzione organica del fiore. La fig. 220 rappresenta un fiore di Kalmia, nello stato di riposo degli stami, prima della fecondazione; la fig. 221 mostra questo stesso fiore nel momento della fecondazione, allorchè gli stami sono venuti a posarsi sullo stigma del pistillo; e la figura 222 fa conoscere un fiore complicato, ma che non è per questo meno eloquente coi suoi movimenti, la *Loasa lateritia*, su cui si vedono tutti gli stami dirigenti verso lo stigma che li attira.

Perchè avvenga la fecondazione, occorre che il polline vada a toccare gli ovuli. Gli ovuli non toccati da questa sostanza fecondante rimangono sterili quasichè fossero granelli inerti di sabbia.

Al momento della fecondazione, l'antera s'apre e lancia il polline sullo stigma femmineo. Un tubo finissimo esce da ogni grano di polline, penetra nello stigma, attraversa il pistillo in tutta la sua lunghezza per andar a cercare gli ovuli che l'attirano, e là, per un contatto misterioso, li punge e li feconda. Da questo momento l'embrione incomincia: l'ovulo fecondato diviene un granello e l'ovario un frutto. Addio allora bel fiore, addio profumi, addio bellezza! Il bello ha fatto posto al vero, il piacevole all'utile. Lo scopo della natura è compiuto. Nella vita transitoria dei fiori e degli esseri si perpetua la vita eterna dell'universo vivente; — la vita eterna, o, per meglio dire, la vita ascendente. Dal fungo essa si eleva alla rosa; l'argilla tende verso l'angelo.

Chi potrebbe raccontare la sensazione del fiore nel cui seno scivola il tubo prolifico che deve, che vuole allungarsi fino agli ovuli dormenti ancora nell'incognito della vita! Essi portano con loro il germe della vita: ma questo germe non si sveglierà se non è toccato. Lo stigma del giovine fiore è irrorato di goccie zuccherine; il fiore intero è impregnato di tutti i suoi profumi: il tubo pollinico subisce un'attrazione tale che in certe piante (a modo d'esempio, nella digitale purpurea), raggiunge una lunghezza di 33 millimetri, ossia mille e cento volte il diametro del granello di polline da cui è uscito! È bensì vero ch'egli vi impiega un tempo talora considerevole: sei ore in certe graminacee, dodici ore nella zoostera marina, un giorno in certe naiadacee, tre giorni nel gladiolo, cinque nell'olmo, un mese per l'arancio e pel limone, quattro mesi (da febbraio a giugno) pel nocciuolo, un anno fin anco nei pini. All'avvicinarsi della fecondazione, la temperatura dei fiori si eleva sensibilmente; negli aro si può facilmente sentirla colla mano; quest'aumento di calore è dovuto, come nel corpo umano, ad un assorbimento notevole di ossigeno. Vi sono a tale riguardo fenomeni fisiologici davanti ai quali noi passiamo distratti, ma che non sono così lontani quanto paiono da quelli che costituiscono le più importanti fasi della vita negli animali superiori ed anche nell'umanità.

Noi supponiamo, con ragione senza dubbio, che si tratti di sensazioni sorde, confuse, pressochè insensibili. Chi lo sa? In mondi più raffinati del nostro, le gioie, i piaceri, la felicità hanno forse raggiunto un tal grado d'intensità che, per gli esseri che le risentono i nostri godimenti più vivi sono, rispetto ai loro, ciò che quelli delle piante appaiono a petto dei nostri.

L'opera della natura è una magnifica unità. In realtà, botanica e zoologia si toccano — fisiologia e sensazione — biologia e paleontologia — geologia e biologia — geografia e botanica — astronomia e geologia — uomini, uccelli, rettili, pesci; alghe, canne, felci, quercie; aria, acqua, pietre, cielo e terra; universo e atomi — tutto si tocca, tutto si collega, tutto non fa che uno.

Lanciando nello spazio, dopo la pioggia, l'arcobaleno dai sette colori, la natura sembra darci la legge dei contrasti, e mostrarci che gli estremi si toccano e che tutto non è che transizione. Cercate la separazione dei colori dello spettro solare coll'aiuto di un prisma assai rifrangente, ingranditelo come fece, or non è molto, il signor Thollon, fino a dargli dodici e quindici metri di lunghezza: vi sarà impossibile affatto rinvenire la zona precisa ove il rosso faccia posto all'aranciato, l'aranciato al giallo, il giallo al verde, ecc. E nondimeno il verde differisce indubbiamente dal rosso, quanto il violetto dal giallo, o l'azzurro dal colore arancio. I colori sono l'imagine della parentela di tutte le specie, vegetali ed animali, nell'immensa unità della vita terrestre.

Da lungo tempo i sessi sono separati negli animali, e questa separazione è una causa attivissima di perfezionamento e di progresso. Essi non lo sono ancora in tutte le piante, e anzi la separazione ne è l'eccezione. Essi non lo saranno senza dubbio giammai, poichè le piante non progrediscono, e siffatta separazione è piuttosto una causa d'inferiorità. Il progresso si avvera meglio nelle piante monoiche, dotate dei due sessi ad un tempo. La grossezza del fiore è in rapporto colla lunghezza relativa degli atomi e del pistillo. Il mezzo più sicuro di assicurare la fecondazione essendo quello che il polline sia collocato al di sopra dell'organo femmineo, affinchè, cadendo per la sua stessa maturità, sia ricevuto sullo stigma, ne viene che nei fiori eretti, gli stami sono più grandi del pistillo e gli fanno corona. Vedete all'opposto le fucsie i cui fiori sono penduli e rovesciati: il pistillo discende allungandosi al di sotto degli stami, e allorchè il polline sfugge dalle antere, cade naturalmente sullo stigma. In un gran numero di fiori (per esempio: la ruta, il crespino, la parnassia, la mahonia) gli stami si mettono in moto al minimo contatto: e tostochè vengano toccati, o che un insetto passi loro vicino, scattano vivamente sullo stigma. In tal modo gli insetti esercitano un ufficio importantissimo nella fecondazione dei fiori. Introducendosi nelle loro corolle, essi mettono in attività gli stami, i quali, sen-

sibilissimi, vengono istintivamente a contatto collo stigma. Le api, i pecchioni, le farfalle s'impregnano di polline andando a cercare il miele nella corolla dei fiori, e, trasportandosi su altri fiori, lasciano loro questo polline che li feconda assai più presto che non lo sarebbero stati senza questo intervento. Nelle piante a sessi separati, quali i datteri, i castagni, la canape, gli spinaci, il popone, la fecondazione è perfino impossibile

Grandi divisioni del regno vegetale
Crittogame
Tallofiti
Protofiti
Alghe
Licheni
Muschi
Felci
Fanerogame
Gimnosperme
Cicadee
Conifere
Gnetacee
Angiosperme
Monocotiledoni
Dicotiledoni
Monoclamidee
Dialipetale
Gamopetale
Età quaternaria
Classi dei vegetali attuali
Età terziaria
Periodo pliocenico
Periodo miocenico
Periodo eocenico
Età secondaria
Periodo cretaceo
Periodo giurassico
Periodo triassico
Età primaria
Periodo permiano
Periodo carbonifero
Periodo devoniano
Età primordiale
Periodo siluriano
Periodo cambriano
Periodo laurenziano

Fig. 223. — Albero genealogico del regno vegetale.

senza l'aiuto degli insetti o del vento. È nota la storia di quel dattero femmina, piantato ad Otranto, che rimase sterile fino all'epoca in cui un dattero maschio posto a Brindisi potè elevare la sua cima al disopra degli alberi vicini ed affidare al vento la preziosa polvere fecondante. Si sono talvolta osservate piante d'un medesimo sesso riproducentisi da sole; ma si è scoperto che esse portavano allora alcuni fiori dell'altro sesso.

La vallisneria, pianta acquatica che tutti conoscono, è forse la più curiosa fra le piante con sessi separati. I fiori femminei sono portati

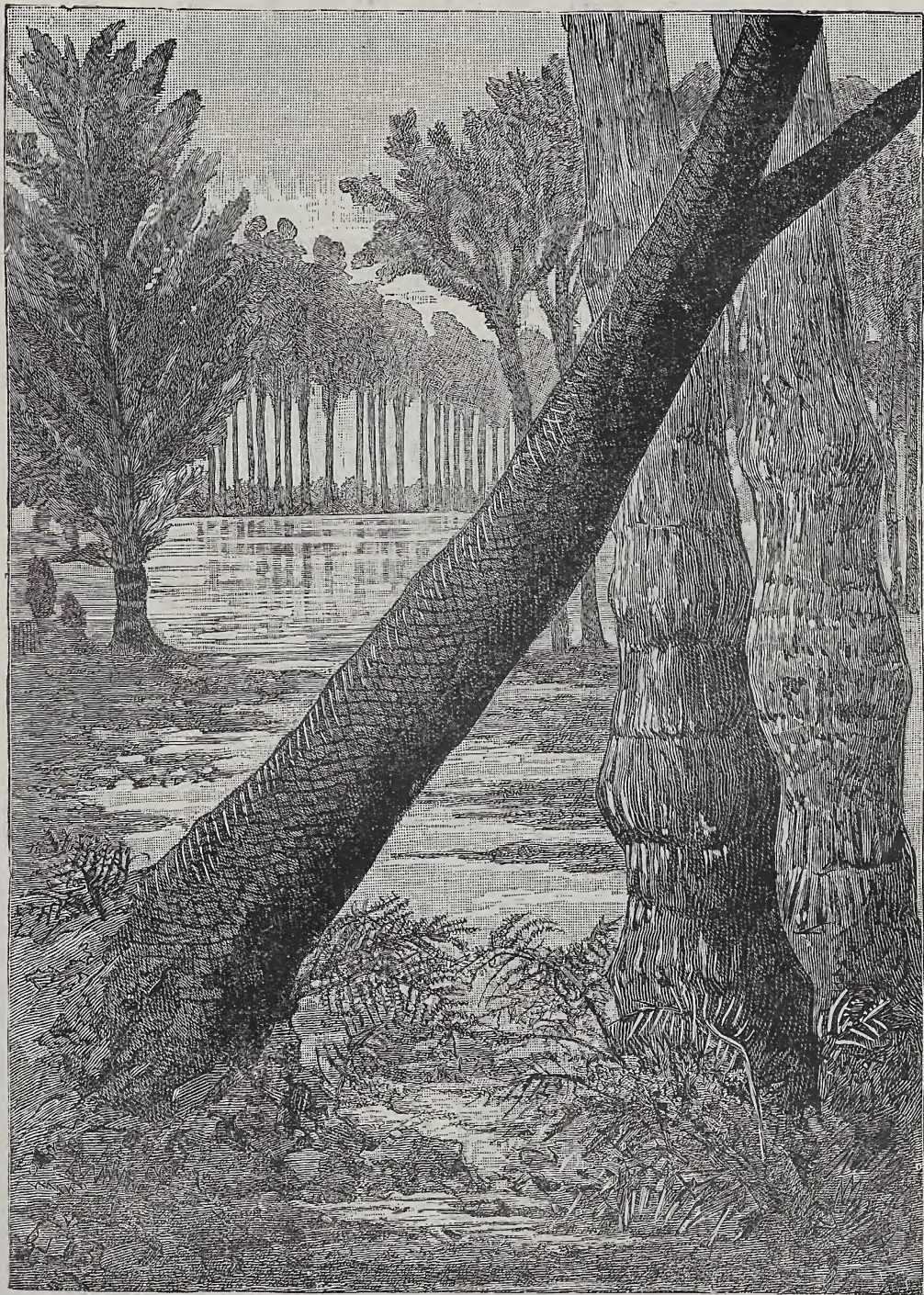



Fig. 224. — Gli alberi giganti del periodo carbonifero. — Sigillarie, lepidodendri, felci. (Altezza=30 e 40 metri).

da un lungo peduncolo che permette loro di arrivare fino alla superficie dell'acqua, di farvi pompa dei loro vezzi, e di galleggiarvi in una graziosa indolenza. I fiori maschi passano la vita ai piedi loro, senza mai elevarsi abbastanza da raggiungerli. Ma, all'epoca delle nozze, essi sfuggono bruscamente dalle spate che li rinchiudevano e s'elevano a guisa di palloncini fino al letto nuziale. Allora le antere spandono il loro polline, i fiori femminei lo ricevono e sono fecondati. Poi, ravvolgendo a spirale i lunghi steli che li portano, essi dicono addio al mondo ed

Fig. 225. — Lessonia fucescens (Alghe), secondo il signor L. Marchand.

alla luce, e ridiscendono in fondo alle acque per maturarvi il frutto di questi silenziosi amori.

Più elevate ancora nell'organizzazione sono le piante dai movimenti spontanei o provocati, le quali possiedono, alla loro maniera, nervi e muscoli e sono dotate di facoltà superiori a quelle d'un gran numero di animali primitivi. Tali sono, fra l'altre, la desmodia oscillante, la sensitiva, la drosera, l'utricularia, ecc. La più degna di menzione e la più studiata nelle sue molteplici funzioni è forse la drosera, tipo oltremodo singolare delle *piante carnivore*. Noi siamo generalmente così avvezzi a credere che le piante vivono « dell'aria d'ogni giorno, » e si accontentano di respirare mediante le loro foglie e di nutrirsi coi succhi

della terra mediante le radici loro, che le nostre cognizioni abituali sulla mitezza ed innocenza del regno vegetale sembrano sconvolte allorchè intendiamo far parola di una pianta che mangia e che digerisce a guisa di un animale. Esaminate tuttavia la drosera, che abita gli stagni torbosi e le praterie spugnose, e le cui foglie ricoperte di tentacoli segregano goccie di liquore brillanti al sole, ciò che fece dare a questa pianta anche

Fig. 226. — Equisetum sylvaticum (Asperelle).

Fig. 227. — Polytrichum commune (Muschi).

il nome di rugiada del sole: *ros-solis*. Allorchè un insetto, una mosca, una farfalla, oppure anche una libellula, viene a posarsi sulla foglia, tutti i tentacoli (in numero di 130, 150, 200, talvolta perfino di 260) si abbassano lentamente sull'insetto, e lo imprigionano. Anche allora ch'egli s'è posato sul lembo estremo della foglia, non cessa per questo d'essere afferrato dai tentacoli e insensibilmente trascinato nel centro. Una secrezione glutinosa lo invesca, ed esso non tarda a morire. Poi la pianta lo mangia, letteralmente, vale a dire lo assorbe e *lo digerisce* in virtù

d'un succo gastrico dell'ordine stesso di quello che funziona nel nostro stomaco. La pianta carnivora segrega un fermento analogo alla pepsina e che agisce assolutamente com'essa nella digestione. Si può darle a mangiare carne cruda, oppure carne arrostita, frammenti d'uova sode, cartilagini e perfino ossa! Essa non rigetta quasi nulla. Quest'essere è di una potenza digestiva fenomenale. Non si possono osservare gli atti della drosera senza ritenersi in presenza d'un animale d'organizzazione inferiore che allaccia la sua preda colle sue braccia, o di una piovra di nuovo genere.

Ci manca lo spazio per estenderci più oltre su queste piante sensibili. Sarebbe interessantissimo il soffermarci qualche momento ancora sulle dionee, le quali riducono in pezzi senza pietà le mosche imprudenti che si sono posate un istante su di esse, e le divorano senz'altra

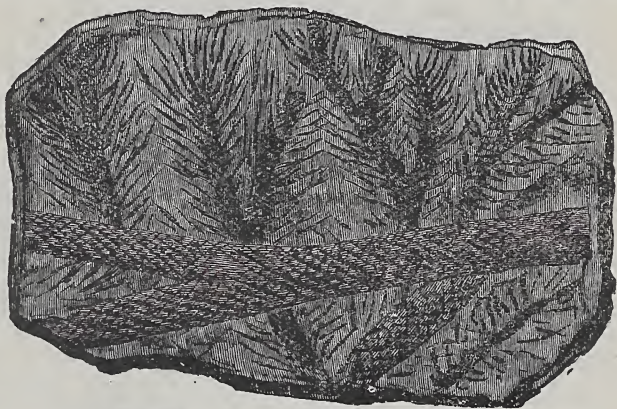



Fig. 228. — Rami fossili di Lepidodendro.

forma di processo, sulle byblis (1), sulle aldrovandia e sulle specie analoghe. Ma il grande scopo dei nostri studî ci incalza. Era importante, nel descrivere il periodo carbonifero, l'èra per eccellenza del regno vegetale, *l'apprezzare questo regno nella sua vivente realtà*, il comprendere com'esso non è estraneo al sistema vitale del nostro pianeta, e come è assai meno lontano dal regno animale di quanto le apparenze non inducano a credere, non solamente per l'origine sua, ma altresì per le sue graduali manifestazioni. Allorquando ci occuperemo delle origini dello spirito umano, noi vedremo che, anche sotto il rispetto delle facoltà mentali, la pianta non è così inerte, così impersonale quanto la si suppone. La fame, la sete, la salute, la malattia, le variazioni di forza e d'attività, l'ingordigia, il desiderio, l'amore stesso, non sono sensazioni estranee alle piante: esse ne conoscono almeno l'impressione rudimentale.

(1) Droseracee, di cui si conoscono solo tre o quattro specie australiane.

Nota del Trad.

Le piante superiori non sono arrivate che assai tardi sulla scena del mondo, come gli animali superiori, e nulla ci toglie di pensare che in avvenire non siano per apparirne altre più elevate di esse, poichè il regno vegetale progredisce quanto il regno animale ed il regno umano. Le fanerogame angiosperme sono di data recente: le monocotiledoni non ebbero principio che nell'epoca triasica, e le dicotiledoni nell'epoca cretacea. Durante i tempi carboniferi, il mondo vegetale è composto di crittogame; le gimnosperme già sono in vista.

Si può rendersi conto dello sviluppo e del perfezionamento graduale del regno vegetale attraverso le diverse età, mediante il quadro riassuntivo (fig. 223) tratto da quello di Hæckel. Si vede, con un solo colpo

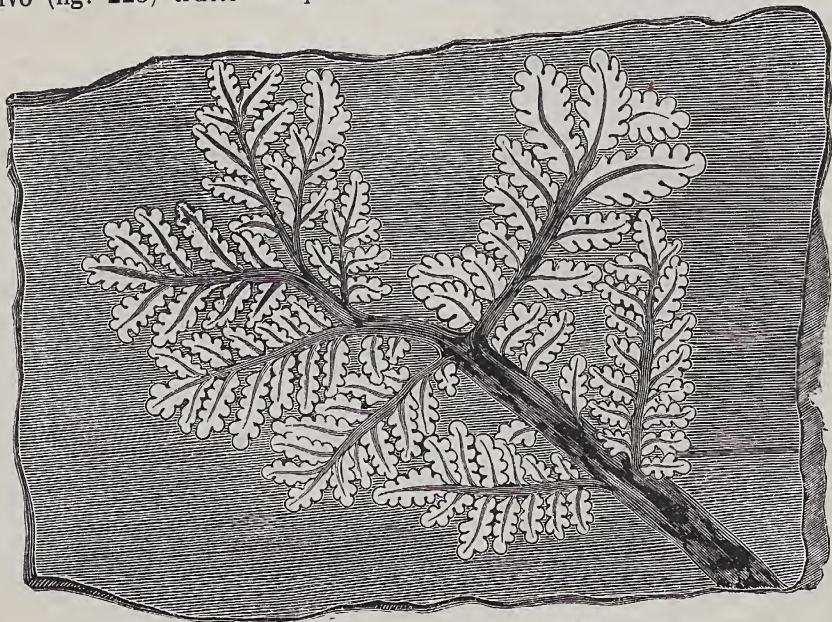



Fig. 229. — Impronta fossile di felce.

d'occhio come, durante l'epoca primordiale, non vi fossero ancora che crittogame primitive, protofiti ed alghe; come, durante l'epoca primaria, il periodo devoniano dia origine ai licheni, ai muschi, alle prime felci, alle licopodiacee, alle calamariate, alle equisetacee, che si sviluppano soprattutto durante il periodo carbonifero, come nel periodo carbonifero nascano le gimnosperme cicadee, che si collegano da vicino alle felci; e come poi nel periodo permiano appaiono le conifere, che dominano nell'èra secondaria. Si vede altresì che le angiosperme hanno avuto principio da piante monocotiledoni, durante il periodo triasico, mentre le dicotiledoni non si sono mostrate che alla fine per occupare il mezzo dell'età terziaria e giungere fino a noi. È sopratutto dal punto di vista del *complesso* di questo albero genealogico che noi pubblichiamo

questo quadro. Non è punto necessario che i nostri lettori penetrino nei particolari della botanica per comprenderlo. Basta ch'essi si rappresentino la figliazione delle specie vegetali derivanti naturalmente le une dalle altre, come noi già lo vedemmo pel regno animale. — Oramai i nostri lettori conoscono le grandi linee dell'architettura della vita terrestre, le verità fondamentali del « mondo prima della creazione dell'uomo. »

Lentamente, gradatamente, il regno vegetale s'ingrandiva, si perfezionava, adattandosi alle condizioni organiche del pianeta e al proprio perfezionamento. Il periodo carbonifero è stato quello della sua espan-

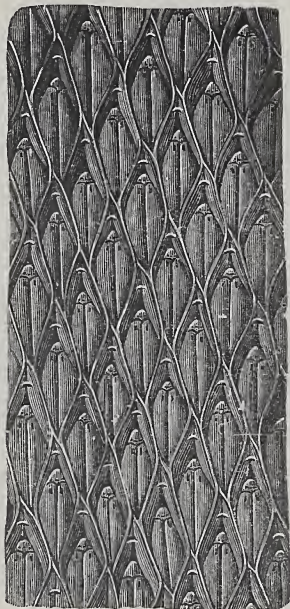



Fig. 230. — Scorza di Lepidodendron aculeatum.

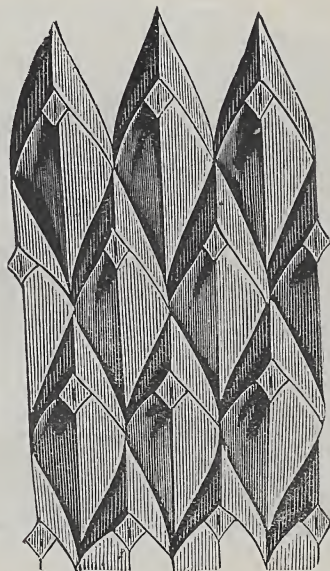



Fig. 231. — Scaglie di lepidodendri.

sione più rapida. Nell'abbondanza e fecondità di questa vegetazione primitiva, in seno alle acque tiepide, sulle isole appena emerse, nei bassi fondi saturi d'umidità, si potevano riconoscere i generi più diversi della flora crittogamica, talune alghe relativamente perfezionate (fig. 225), eleganti asperelle (fig. 226), oppure muschi (fig. 227). Esse regnavano sovrane e formavano, per così dire, il tessuto stesso dei terreni su cui già stavano per crescere le gigantesche licopodiacee. » Da queste forme rudimentali in cui il protoplasma trovasi a nudo, sprovvisto com'è di membrana cellulare, scrive il signor Marchand, si ascende alle forme che si toccano colle fanerogame, alle quali si fa insensibilmente passaggio. Seguendo a passo a passo lo sviluppo del mondo dei vegetali, si ha il sentimento di un perfezionamento che vediamo compiersi ».

Questi vegetali inferiori, questi muschi, queste asperelle, si fanno grandi e giungono a misurare molti metri d'altezza. Si sono perfino trovate nel terreno carbonifero delle calamiti, asperelle gigantesche ed equisetacee elevantisi a dieci ed a dodici metri d'altezza. (Si saranno osservati più sopra i bei frammenti raccolti nelle miniere di Saint-Etienne e di Anzin.)

Ma non era quello che il preludio, per così dire, delle splendide foreste in cui stanno per dominare i lepidodendri, le sigillarie e le felci arboree. I lepidodendri (fig. 228) appartengono alla famiglia delle lico-

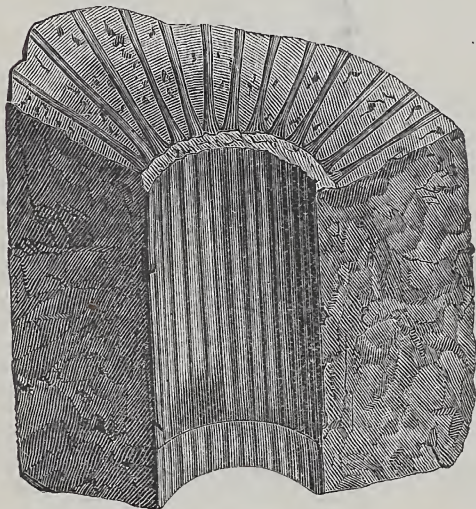



Fig. 232.
Frammenti di tronco di calamodendron.

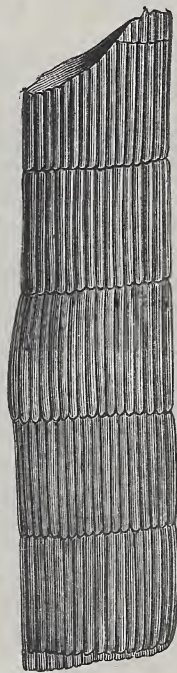
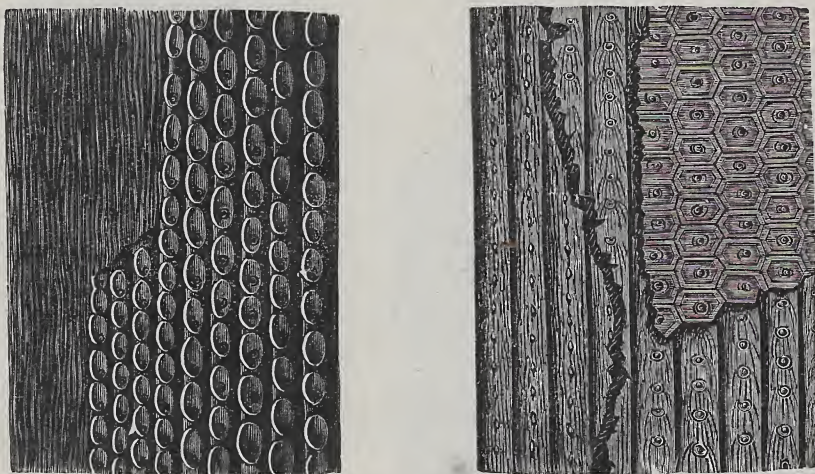



Fig. 233.
Midollo pietrificato di un calamodendron.

podiacee che non è più rappresentata oggidì che dai nostri umili licopodî. Essi raggiungevano allora dimensioni prodigiose, e l'eleganza loro rivaleggiava colla loro vigorìa. Già nelle vestigia rinvenute in mezzo agli strati carboniferi, si indovinava ad un tempo e questa vigorìa e quest'eleganza. Allorchè essi furono meglio conosciuti e che si seppe apprezzarli come meritavano, si trovò che quei frammenti appartenevano ad alberi meravigliosi che misuravano fin trenta metri di altezza, ed un metro e mezzo di diametro. La scorza di questi alberi giganteschi era mirabilmente bella (come si può giudicarne dai frammenti riprodotti nelle figure 230-231) improntata e cesellata quasi da figure romboidali elegantissime. Si rinvenne perfino la forma esatta del loro tronco e dell'interna

struttura; esse avevano nella parte centrale una specie di midollo, quale si vede nei calamodendri (fig. 232-233) loro contemporanei. Si comprende da ciò come non vi fossero in tali piante strati concentrici annuali, a somiglianza di quelli che ci permettono oggidì di contare gli anni dell'età di un albero, di riconoscere la sua orientazione allorchè esso viveva, e perfino di distinguere i suoi anni di deperimento o di prosperità. La restaurazione che venne fatta di questi alberi (veggasi fig. 224) ci consente oggidì di renderci conto del loro aspetto e della loro complessione.

Alle calamiti e ai lepidodendri bisogna aggiungere, quali rappresentanti della flora crittogamica fossile di quelle epoche remote, le felci che, in condizioni di prosperità così eccezionali, divennero arboree. In

Figg. 234 e 235. — Scorza fossile di Sigillaria. (Sigillaria tressellata e Davreuxii.)

luogo di elevarsi all'altezza di alcuni metri appena, come ai giorni nostri, nelle regioni tropicali, esse raggiungevano i dodici ed i quindici metri, e costituivano veri alberi. I numerosi esemplari che si rinvengono negli strati carboniferi rivelano la varietà e la ricchezza delle forme che le caratterizzavano. Erano estremamente numerose e regnarono sovrane durante i lunghi secoli dell'epoca paleozoica, e cioè durante le prime età della vita alla superficie del globo. Il disegno pubblicato più sopra (fig. 215 a pag. 369) ricorda l'eleganza somma delle loro forme predominanti.

Ma forse nessun vegetale di questi antichi tempi eguagliava ancora nella stranezza dell'insieme e nell'aspetto gli alberi giganteschi e bizzarri, oggidì perduti affatto, designati col nome di sigillarie. Questi alberi, che raggiungevano e oltrepassavano fors'anche i quaranta metri d'altezza, sembrano conservarci il ricordo dei tipi intermediari fra le

Fig. 236. — ... Risuscitati oggidì, questi alberi giganti sarebbero di un effetto molto strano... (Lepidodendron di 30 m., e Sigillaria.)

crittogame e le fanerogame, poichè essi sono già quasi fanerogame gimnosperme. Rassomigliano infatti alle cicadee e alle conifere; non hanno strati annui, e gli ovuli non sono protetti da un ovario. « Le gimnosperme, scrive a tal riguardo il signor De Saporta, sono fanerogame imperfette o, meglio ancora, più semplici, meno lontane dalle crittogame delle angiosperme, o fanerogame propriamente dette. Queste ultime non si manifestarono che assai più tardi, e soprattutto non giungeranno che molto tempo dopo ad afferrare la preponderanza » (1).

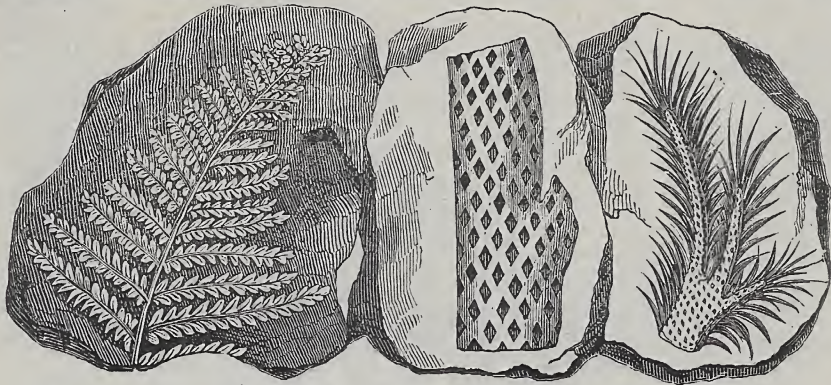



Fig. 237. — Impronta fossile di una felce, di un tronco di lepidodendron e di un ramo del medesimo albero.

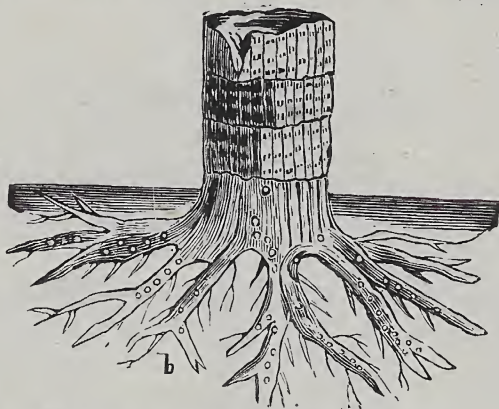



Fig. 238 — Radici di sigillaria: stigmaria.

Come si vede, il procedimento della natura è sempre lo stesso; dal semplice al composto, dall'imperfetto al perfezionato, dalla povertà alla ricchezza: in una parola l'ascensione, il perfezionamento, il progresso.

Fin dalle prime scoperte di tronchi di sigillarie, destò sorpresa la

(1) Noi possiamo considerare le sigillarie come vegetali crittogamici, riproducentisi a mezzo di spore. (Veggasi ZEILLER, *Rendiconti dell'Accademia delle Scienze del 30 giugno 1884.*)

disposizione regolare di certe cicatrici ovali d'ogni intorno a quei bei rami cilindrici (fig. 234 - 235), ed è anzi questa particolarità che inspirò il nome sotto cui si designano, in causa di certa rassomiglianza con sigilli (*Sigillum*). Questi enormi vegetali erano sostenuti da radici possenti (*Stigmaria*) che si estendevano talvolta sotterra fino a quindici e venti metri dalla base dell'albero. Non si conosce ancora con certezza l'aspetto che questo colosso poteva avere: tuttavia non poteva scostarsi molto dalla forma rappresentata più sopra (fig. 224) e doveva rassomigliare alle cicadee, che esistono ancora attualmente. Quanto alle loro dimensioni, esse sono accertate.

Altri alberi di questa famiglia sono corazzati dall'alto in basso da scudi esagonali, i quali tutti portano traccie di foglie: oppure altre

Fig. 239. — Felce arborea.

volte queste specie di scudetti sono tre volte più lunghi che larghi, e non mostrano le intaccature delle foglie che all'angolo superiore, ciò che produce una configurazione analoga, ma nondimeno marcatissima.

Un'altra forma parimenti singolare, quella delle *stigmarie* che ha molta affinità con quella che noi descrivemmo testè, ha dato luogo a più d'un errore, fino a che si venne a scoprire il segreto dell'enigma.

Nei terreni carboniferi si trovano gli enormi tronchi più o meno incurvati, ma non mai completamente diritti, di una specie strana; questi alberi si facevano soprattutto notare per la loro scorza ondulata, per un restringimento rapidissimo del tronco, e in fine per escrescenze, della grossezza di un pisello, che si avvolgevano intorno al tronco in spirali regolari. Queste escrescenze erano piccoli sigilli, impronte di foglie che nelle sigillarie (come nelle nostre belle palme e nelle felci) si staccavano

dal tronco stesso; ma queste foglie non sembravano in modo alcuno appartenere alla stessa famiglia. Maggiori indagini fecero scoprire poi talune basi di tronco o ceppi portanti foglie consimili, legnose, cilindriche; erano picciuoli piuttosto che foglie. Infine si trovò un tronco magnifico di sigillaria che portava ancora le sue radici, e fu constatato che ciò che si era chiamato *stigmaria*, considerandolo come un tutto, come un albero a sè ed isolato, altro non era che la radice della *sigillaria*. Si può osservare nella fig. 238 questo ceppo di tronco colle sue radici, quali se ne trovano in abbondanza dacchè si osservano con maggior attenzione i fossili, e si cura con maggior zelo la conservazione loro.

Questa specie tutta quanta è scomparsa colla flora primitiva; ma le

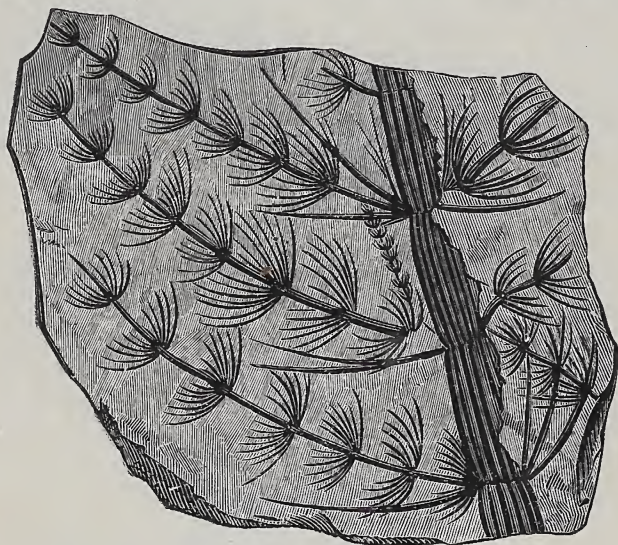



Fig. 240. — Ramo fossile d'asterophyllite equisetiformis.

sigillarie si trasformano in felci, le più belle piante arborescenti di questa famiglia. Ciò che noi chiamiamo oggi con questo nome non è più che un pallido rimasuglio di quegli splendidi vegetali d'altri tempi. Il disegno nostro (fig. 239) dà un'idea dell'aspetto generale d'un albero di siffatta natura. Non erano già palme, non ostante la rassomiglianza; e invero le foglie delle felci sono bipennate, talvolta anche tripennate: oltre a ciò, le giovani foglie delle felci nascono in gran numero ad un tempo, e sono avvoltolate come capelli nelle cartoline da ricci, mentre le fogiie delle palme nascono l'una dopo l'altra, e si slanciano da un tronco diritto in modo da richiamare la forma di una stecca da bigliardo, che termina quasi in punta all'estremità.

Le felci, come le sigillarie, sono piante che, oltre l'ombra e l'umidità,

amano il calore, inquantochè tutte quelle che si rinvennero rivelano un clima tropicale.

Gli *alberi fossili* non datano dall'epoca stessa del carbon fossile, ma sono più recenti. Tuttavia, benchè le piante trasformate in silice non appartengano alla formazione carbonifera, esse sono incontestabilmente produzioni del periodo dell'arenaria rossa, che sussegue immediatamente Forse questi vegetali essendosi sviluppati all'epoca della formazione carbonifera, senz'essere inceneriti o carbonizzati, furono trattenuti alla superficie, ricoperta da sabbia ed argilla, poi la sostanza silicea si sarà separata da quella miscela per depositarsi nelle fibre legnose, oppure,

Figg. 241 e 242. — Rami fossili di felci. (Sphenopteris acutiloba. Callipteris conferta.)

essendovi raro il carbonio, per sostituirvisi, molecola a molecola, e non conservare più che la forma, servendo in tal caso il carbonio di materia colorante. È in siffatto modo che noi troviamo in abbondanza ciò che chiamiamo il legno fossile, trasformato in agata, in calcedonia, in selce piromaca, ed è meraviglioso che tutte le fibre, tutta la tessitura della pianta, il midollo, ecc., abbiano conservato la loro forma, mentre la loro sostanza stessa andò completamente dispersa.

Si rinvengono strati intieri di legno pietrificato. Il palazzo di città a Nordhausen ha uno scalone in arenaria, ogni frammento del quale indica, in modo da togliere ogni equivoco, com'esso fosse originariamente di legno, e, meglio ancora, come la sua massa siasi accumulata di anno in anno in strati legnosi, formati da fibre, da tronchi e da rami: in altri punti si trova la massa legnosa trasformata in agate superbe, talvolta trasparenti, talvolta opache e tinte dei colori più svariati. Nella

terra di Van Diemen, esiste, nella valle di Derwent, una foresta d'alberi pietrificati. Forse in niun altro luogo si rinviene una più bella pietrificazione di legno, e in niun'altra località s'è meglio conservata la struttura originaria dei tessuti. Mentre la parte esterna offre una superficie lucente e omogenea, simile a quella di un abete rivestito di scorza, l'interno si compone di strati concentrici che sembrano pienamente compatti e di un'egual natura, ma che si lasciano fendere in modo perfetto in tutta la lunghezza loro.

« Il più notevole di questi alberi, scrive James Ross, sorge verticalmente da uno strato di lava bollosa, dall'alto di una roccia che domina di 70 piedi il livello del fiume. L'albero stesso non ha che sei piedi di altezza, e misura alla sommità 15 pollici di diametro. Non lungi di là se ne trova un altro, ficcato in una sorta di conca o camino naturale molto più lungo del ceppo e le cui impronte indicano come, nel vuoto da esso circoscritto, l'albero continuasse in passato. Questo spazio vuoto ha sette piedi di lunghezza. Come tutti gli alberi pietrificati, sono in posizione verticale; dal che sembra derivare ch'essi erano ancora in piena crescita, allorchè la lava ardente li raggiunse, consumando le foglie e i rami, e non trovando che ad una certa profondità del vegetale una resistenza sufficiente per non carbonizzarlo, e fors'anco per raffreddarsi. Sarebbe interessante il far ricerca delle radici, la cui esistenza dimostrerebbe che gli alberi sono ancora al loro posto primitivo: ma forse essi furono trascinati al basso dalla fiumana ardente, simile al ghiacciaio che seco trascina gli oggetti rinchiusi nei suoi fianchi ».

Dell'isola di Kerguelen e delle pietrificazioni che vi si sono trovate, viene fatta menzione da sir James Ross nel racconto che precede. Ecco quanto egli ne dice altrove:

« Al sud del porto (il porto di Noël, nell'isola di Kerguelen) si trova il grande scoglio descritto da Cook, e il cui profilo occupa tanto posto nel suo disegno della baia. È un enorme ammasso di basalto, di cinquecento piedi di spessore, molto più recente della scogliera su cui riposa, e da cui parrebbe esser sorto in uno stato semi-liquido, ad un'altezza di seicento piedi al di sopra del livello del mare. È tra queste due roccie, di differente antichità, che si sono rinvenuti alcuni alberi pietrificati: se ne è dissotterrato uno di più di sette piedi, che fu spedito in Inghilterra. Alcuni frammenti di questo legno pietrificato serbano tanta parvenza di vita che fu necessità dedicarsi ad un esame assai scrupoloso, per convincersi che era vera pietra quella che s'aveva sott'occhî. Il loro grado di pietrificazione varia dal carbon fossile assai combustibile, fino alla selce capace di scalfire il vetro. Uno strato di schisto, di molti piedi di spessore, depositatosi sugli alberi, parrebbe averne impedito la carbonizzazione allorchè avvenne l'invasione della lava. Uno dei caratteri geologici più curiosi di quest'isola si è precisamente che vi si trovano

degli strati di carbon fossile sovrapposti, d'uno spessore che varia da alcuni pollici a molti piedi ».

Lo scrittore inglese, invece di descrivere la stratificazione di queste roccie, aggiunge qui che, senza sapere se l'abbondanza del carbon fossile in queste isole permetta di formarne un oggetto di traffico, egli crede gli strati abbastanza ricchi per trarne di che stabilire un deposito di combustibile per uso dei vapori di passaggio. Questo particolare è più attraente pei commercianti di quel che lo sia pei geologi. L'interesse principale di questa narrazione sta in ciò, che al di sopra della formazione carbonifera e degli strati che la ricoprono, si rinvennero pietrificazioni silicee tanto all'estremità meridionale della Nuova Olanda (terra di Van Diemen), quanto alla distanza di un quarto di circonferenza del globo, sotto la medesima latitudine, e cioè nell'isola di Kerguelen allo stesso modo che nel centro della Germania (1).

Nell'arenaria rossa e al di sotto di questa roccia, si trovano alberi pietrificati penetrati da una massa silicea e trasformati in calcedonia: questi tronchi, tagliati trasversalmente, segati in sottili lastre e sottoposti alla pulitura, danno piastrelle di lusso per usi diversi, altrettanto belle quanto l'agata e la cornalina.

Ma facciamo ritorno all'epoca carbonifera.

A parità delle sigillarie, le cordaiti, oggidì scomparse, aprivano l'era delle gimnosperme, di cui le cicadee e le conifere sono gli attuali rappresentanti, e anch'esse costituivano alberi di quaranta metri d'altezza, ramificati solo alla sommità, e ricoperti da foglie enormi, che misuravano un metro di lunghezza. Queste lunghe foglie arrotondate si trovano in gran numero nel terreno carbonifero, soprattutto negli strati superiori.

Ci è dovere menzionare altresì talune conifere, le walchia, prossime alle attuali araucarie, le anulariate delle paludi, piante erbacee galleggianti, le asterofilliti (fig. 240) di cui si era fatto un genere della famiglia precedente, ma che appartengono ai calamodendri. Tutti questi vegetali sono caratteristici dei terreni carboniferi, e ci riconducono alle età scomparse in cui la maggior parte delle isole emerse era ricoperta da alte e impenetrabili foreste, rischiarate a mala pena dalla luce diffusa del sole nascente. I nostri lettori sapranno rendersi conto di un tale spettacolo dall'esame dei nostri disegni. Sul gran quadro (fig. 224) gli alberi giganteschi a destra sono sigillarie; quello che sembra cadere attraverso il paesaggio è un lepidodendron; a sinistra si osserva una calamite, e sul piano di sfondo si disegna un gruppo di felci. Già i nostri lettori hanno potuto trovarsi in mezzo a queste foreste fossili fin dalle prime pagine di quest'opera (pag. 13) vedendo i resti di sigillarie, di

---

(1) Le piante trasformate in silice, che si sono rinvenute in Europa, sono generalmente felci.

calamiti, di lepidodendri, di felci messe allo scoperto dal piccone del minatore in fondo alle cave di carbon fossile, e già essi hanno potuto ammirare altresì una di queste foreste restaurate (pag. 9) in un quadro che ci fa schierare dinanzi la completa visione di quei secoli svaniti. Siffatte interpretazioni raffigurative di abili artisti danno un'idea esatta, per quanto è possibile, di ciò che doveva essere la Terra durante l'epoca della formazione del carbon fossile.

Risuscitati oggidì, questi alberi giganti sarebbero di un effetto molto strano. Il disegno pubblicato a pagina 385 (figura 236) dimostra quale

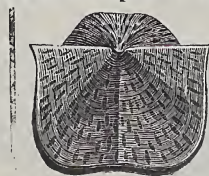
Fig. 243. — Un paesaggio dell'epoca carbonifera

effetto produrrebbero se taluni d'essi si ergessero ancora sotto i raggi del nostro sole. Noi abbiamo là sotto gli occhi un lepidodendro di trenta metri, ed una sigillaria di quaranta, quali le foreste carbonifere ne contavano a migliaia.

Tale era la flora che abbelliva il nostro pianeta in quei tempi antichi in cui si preparavano le opulente cave di carbon fossile scoperte nelle età moderne mediante le investigazioni dell'industria umana; il regno vegetale, come abbiamo visto testè, fece progressi giganteschi e rapidi.

Non è stato così del regno animale. Le forze della natura sembrano soprattutto essere state applicate all'estensione e allo sviluppo della vita vegetale.

Le specie di pesci che caratterizzano il periodo precedente, il periodo devoniano, continuano in questo e sono rappresentate da pesci ganoidi con cui abbiamo stretto conoscenza. Essi prendono un grande sviluppo, divengono più varî di forme e raggiungono grandi dimensioni, come i *megalicthys* (1). Dai resti scoperti, certe specie di tali pesci dovevano respirare simultaneamente mediante le branchie, come i pesci ordinarî,

Productus longispinus. Productus scabriculus.
Fig. 244-245. — Brachiopodi del periodo carbonifero.

e mediante i polmoni, come i vertebrati terrestri, ciò che permetteva loro di vivere nel fango disseccato.

I molluschi si trasformano. Quelli che dominano fra di essi, sono i brachiopodi conosciuti sotto il nome di *productus* (fig. 244 e 245), specie

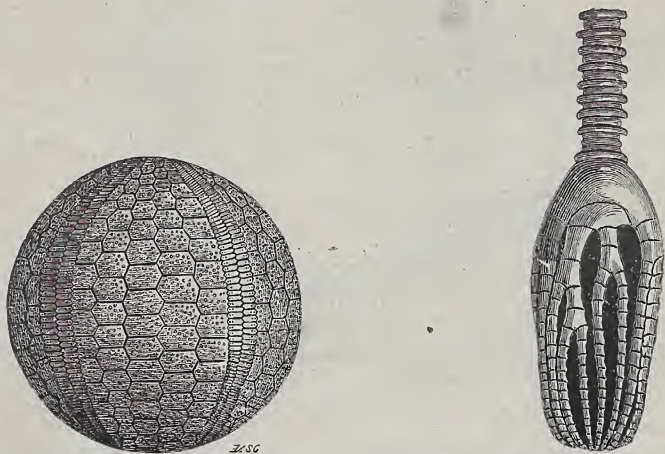



Fig. 246-247. — Ricci di mare e crinoidi dell'epoca carbonifera.

ricurva ad arco e piuttosto grossa. Quelli dei periodi precedenti sono in decadenza, fatta eccezione degli spiriferi e di taluni altri. Gli acefali già declinano, ma vengono a galla i gasteropodi. I zoofiti poco cangiano. S'incontrano echinodermi, ricci di mare a piastre esagonali, di struttura abbastanza elegante (fig. 246), stelle di mare o asterie, nate parimente nell'epoca siluriana, e crinoidi (fig. 247), che si moltiplicano in particolar modo durante questo periodo. (Se ne conoscono più di cinquemila specie fossili.)

(1) Etimologia: μεγας, grande; ιχθυς, pesce.

Nella classe degli anellidi, i crostacei subiscono variazioni sensibili; le trilobiti scompaiono quasi affatto: gli aracnidi, gli scorpioni si moltiplicano. Noi abbiamo richiamato l'attenzione più sopra (pag. 217) su di uno scorpione trovato nel terreno siluriano. I nostri lettori vedono qui sotto i suoi successori del terreno carbonifero. Gli animali a respirazione aerea divengono sempre più numerosi. Come gli aracnidi, i più antichi miriapodi furono scoperti nel terreno carbonifero. Ma sono gli insetti che prendono il più rapido sviluppo.

Fig. 248. — Ragno fossile. (Eoprynus (1) Prestvicii). Trovato nel terreno carbonifero di Dudley; visto al disotto per mostrare le aperture (stomati) della respirazione (Grandezza naturale)

Testè ancora, non si era trovato che un esiguo numero di insetti fossili, e solamente negli strati secondarî e sopratutto terziarî. Fino al 1878, per esempio nei varî paesi del mondo, non s'erano raccolti che centoventi resti d'insetti fossili: dal 1878 in poi, si scopersero in Francia nelle cave di carbon fossile di Commentry (Allier) più di mille e trecento esemplari, in grazia sopratutto dello zelo illuminato per la scienza del direttore di quelle miniere, il signor Fayol. Come noi vedemmo nel capitolo precedente, ne scopersero alcuni nel terreno devoniano, e in questo stesso anno (1885) nel siluriano. Aggiungasi che, essendo il corpo di un insetto naturalmente di una difficile conservazione, in generale non si trovano altro fuorchè le ali; mentre invece gli insetti di Commentry sono all'opposto in un mirabile stato di conservazione: molti fra essi sono completi, ciò che fa sì che si possano apprezzare con maggior sicurezza le loro affinità zoologiche.

Fig. 249. — Miriapodo fossile (Euphoberia (2) Brownii) trovato nel terreno carbonifero di Glasgow. (Tre quarti di grandezza.)

Tutti gli insetti rinvenuti fin qui nei terreni primarî sono o ortotteri, o neurotteri, o emitteri, meno elevati in organizzazione degli imenotteri, dei ditteri e dei lepidotteri; il loro corpo ancora primitivo, e per così dire d'un sol pezzo, come nei miriapodi, non offre quella segmentazione ben distinta, netta ed elegante, della testa, del torace e dell'addome, che si ammira negli imenotteri e nei loro emuli. Una blatta, un grillo, una cavalletta, una termite, una folgore, una libellula stessa (tutti pri-

---

(1) Etimologia: Εως, aurora; φρυνος, bestia velenosa

(2) Etimologia. ευ, bene; φοβερος, spaventevole.

marì) sono meno inoltrati in organizzazione d'una farfalla dalle ali a scaglie, di un'ape e di una formica. Nell'ordine del progresso, è naturale che gli ortotteri abbiano preceduto gli imenotteri.

Sono gli antenati delle blatte, delle mantidi, dei grilli, delle cavallette, delle termiti, delle libellule, che esistevano nelle foreste dell'epoca carbonifera. Sono note già da molto tempo le blatte (fig. 250) scoperte dal signor Osvaldo Heer, nel terreno carbonifero della Svizzera. Fra questi insetti antichi, molti sono notevoli per le loro dimensioni. Si sono rinvenute in special modo ali di 33 centimetri di lunghezza, appartenenti al *maganeuræ* (1) *monyi*. Il *titanophasma* (2) misurava 25 centimetri di lunghezza senza le antenne: niun insetto attuale raggiunge consimili

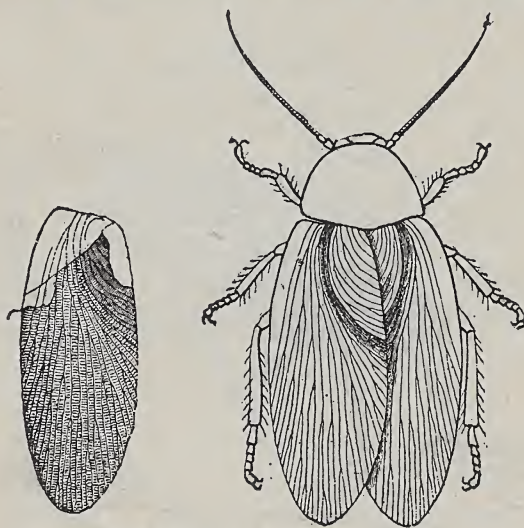



Fig. 250. — Insetto dell'epoca carbonifera. Blattina Helvetica. Ala (grandezza naturale e animale restaurato).

dimensioni. Facciamo presente altresì il genere dei *corydaloidi*, insettucci anfibî muniti ad un tempo di trachee e di stigmate, e che conseguentemente respiravano l'aria in natura e l'aria tenuta in dissoluzione nell'acqua (3). I nostri lettori potranno giudicare dallo stato mirabile di conservazione di questi fossili, vecchi di milioni e milioni d'anni, dal fac-simile del *protophasma* (4) *Damasii* (fig. 251), qui riprodotto a metà grandezza del naturale. L'occhio, le antenne, le più delicate nervature delle ali, sono mirabilmente conservate.

Basta il pensare a questi insetti, il rivivere col pensiero in mezzo alle

---

(1) Etimologia: μεγα, grande; νευρον, ala.
(2) Etimologia: τιταν, gigante; φασμα, spettro.
(3) Veggasi Carlo Brongniart: *Rivista scientifica del 29 agosto 1885.*
(4) Etimologia: πρωτος, primo; φασμα, spettro.

splendide foreste di quell'epoca, o il solo rammentarsi della delicatezza delle sensazioni ricevute da quelle antenne e da quegli occhi dalle mille faccette, per apprezzare la grandezza dell'opera già compiuta dalla Natura fin dalle epoche più lontane in cui gli organismi problematici dei primi mari galleggiavano essi soli nell'Oceano senz'isole del periodo cambriano.

Nell'albero genealogico della vita terrestre (veggasi pag. 101) gli insetti ebbero per antenati i vermi. Essi lo sono ancora qualche poco durante il primo periodo della loro esistenza. Io non mi ricordo maggior sorpresa, nell'infanzia mia, di quella che provai il giorno in cui ritrovando una scatola di vermiciattoli da pesca, dimenticata in un giardino,

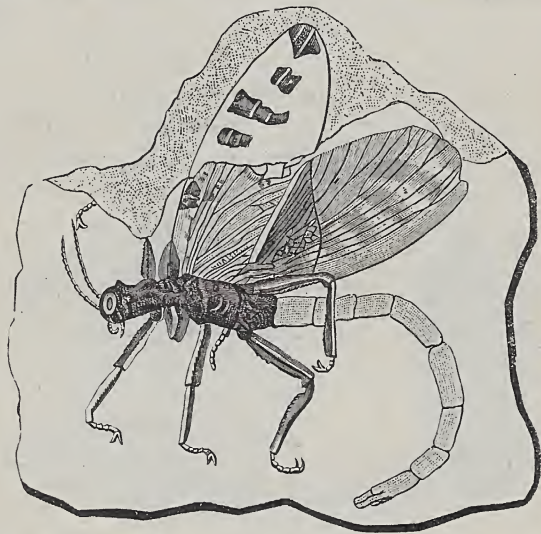



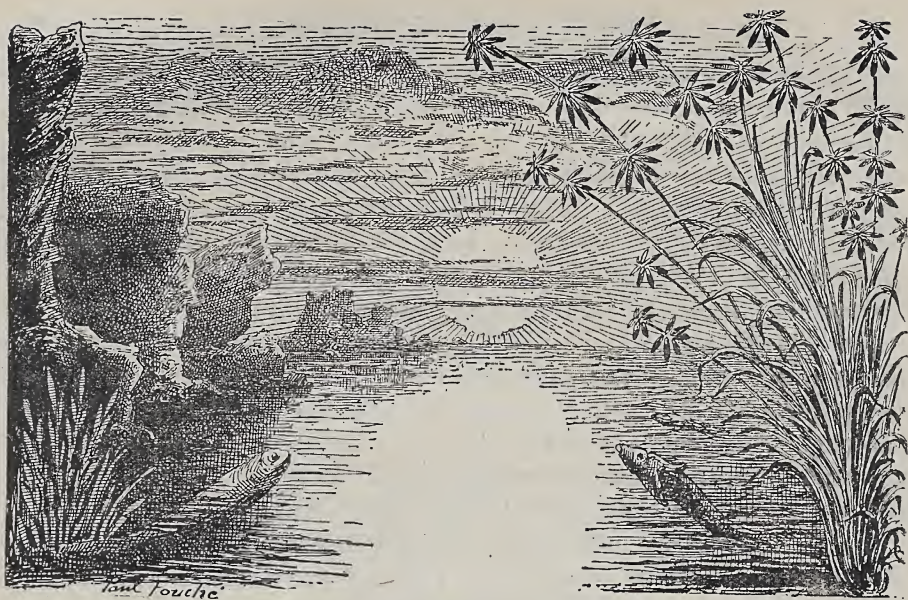
Fig. 251. — Insetto dell'epoca carbonifera. Protophasma Damasi (Metà grandezza del naturale.)

mi accorsi, aprendola, che i vermi erano scomparsi, e ch'essi erano stati sostituiti da una collezione di belle mosche: non sapevo credere ai miei occhi; mi gettai a capofitto nell'entomologia degli insetti d'un giardino, e, durante molti anni, la mia passione dominante (quella di un fanciullo dai sette ai nove anni) si fu d'infilzare su di un cartone le farfalle colte al volo, di lasciarle depositare le loro uova (ciò che non mancavano di fare durante il loro supplizio), di rinchiudere con gran cautela le uova, di assistere allo sbocciare dei bruchi, di nutrire quest'ultimi, di vederli trasformarsi in crisalidi, e di spiare i giorni di mite tepore primaverile in cui le mie piccole mummie si svegliavano, si scuotevano, si agitavano, rompevano il loro inviluppo, e se ne volavano via allegre e spensierate farfalle. Quali questioni, quali idee si agitano in un piccolo cervello che vuol conoscere il perchè ed il come delle cose! Piccolo cervello, crisalide

egli stesso, che aspira allo spuntar delle sue ali... Ahimè! innanzi all'infinito delle cose da conoscersi, siamo noi *molto* più istruiti a settant'anni, di quel che a sette?..."

Si nasconde in quel fenomeno — nella metamorfosi degli insetti — un mistero più profondo di quanto ne appaia ancora. La larva, la crisalide, la farfalla, sono l'identico essere! Chi potrebbe supporlo, se non lo si constatasse mediante l'osservazione! Essi stessi non lo sanno certo.

Senza dubbio, questa metamorfosi è come lo stato embrionario di ogni essere vivente allorchè esce dall'uovo, una reminiscenza di quanto s'è passato nella biologia terrestre durante i lunghi secoli della formazione di ogni singola specie. Allo stesso modo che l'uomo, il mammifero, il pesce, passano rapidamente per le fasi dei loro antenati prima di acquistare il loro stato definitivo, così l'embriologia degli insetti — e la loro metamorfosi — ci è una testimonianza contemporanea delle origini scomparse.

Già sì ricco mercè tutti gli elementi che precedono, il periodo carbonifero parrebbe inoltre essere stato contemporaneo della comparsa dei rettili. Si rinvennero nei terreni carboniferi alcuni batraci rassomiglianti a salamandre ed a rane, delle quali taluna misurava più di due metri di lunghezza. Datano da quest'epoca altresì i labirintodonti che rappresentano il passaggio fra i batraci ed i rettili. Noi faremo conoscenza con essi studiando il periodo permiano, durante il quale presero un rapido sviluppo, per prepararsi al regno che era loro riservato sul mondo terrestre dell'epoca secondaria.

CAPITOLO V.

FINE DEI TEMPI PRIMARI.

Il periodo permiano. — Batraci e rettili.

Il periodo a cui giungiamo ora segna la fine delle prime epoche, la fine dell'infanzia della Terra e dei suoi esseri elementari, la fine del *regno* degli invertebrati nel mondo animale e delle crittogame nel mondo vegetale, e prepara l'adolescenza del pianeta, della cui dominazione radiante stanno per essere d'ora in poi investiti i vertebrati e le fanerogame. Il progresso continua la sua via. Gli umili cederanno il loro posto ai forti. Lentamente, gradatamente, la materia si epura mediante la sua stessa elaborazione. La sensibilità è nata. Bentosto il pensiero, dapprima crisalide incosciente, si risveglierà, avrà conoscenza di sè, e spiccherà il suo volo.

Considerato sotto il rispetto organico non men che sotto quello fisico, il periodo permiano non è che lo sviluppo del periodo carbonifero: i loro terreni si trovano intimamente associati l'uno all'altro, e talvolta vengono perfino confusi in una stessa designazione: permo-carbonifero. Tuttavia non sono più depositi veri di carbon fossile; sono calcari ed arenarie, sprovvisti di combustibili, adagiantisi in strati più o meno densi sui terreni carboniferi.

Abbiamo visto più sopra che i terreni carboniferi offrono un'estensione ragguardevole in Russia, ed occupano più del terzo della Russia europea. È la stessa cosa dei terreni permiani, che affiorano su immensi spazî nella contea di *Perm*: da ciò il nome loro. Questo piano geologico viene talvolta designato altresì col nome di peneano, in causa della povertà dei suoi fossili. Permiano e peneano sono due termini identici per denotare una stessa specie di terreno, ed un'epoca istessa della storia della Terra.

In Francia, questo terreno affiora in molte regioni. Sull'altipiano centrale, così ricco, come noi vedemmo, in strati di carbon fossile, il terreno permiano ricopre talvolta questi strati con uno spessore da novecento a mille metri di arenarie, di puddinghe e di schisti neri bituminosi da cui si estrae petrolio (Morvan, Autun, Epinac, ecc.). Lo si trova parimente al Creuzot, a Blanzy, a Lodève (Hérault), e così pure nei Vosgi, ove occupa il fondo delle valli che sull'orlo orientale di questa bella regione montuosa intercidono profondamente le catene secondarie; là, esso riposa direttamente sul gneiss, che forma il sottosuolo di quelle valli, e appare mescolato con emissioni porfiriche verificatesi all'epoca in cui tutta questa parte orientale dei Vosgi era ricoperta da foreste permiane (felci, cordaiti, ecc.), di cui si disseppelliscono oggi i resti silicizzati. Questo terreno permiano occupa in Francia una superficie più importante di quanto si credeva alcuni anni or sono. Se ne rinvennero recentemente (1) nei dipartimenti dell'Aveyron e dell'Hérault (Roquetaillade, Saint-Victor, ecc.), formati da schisti argillosi adagiantisi sul terreno carbonifero, e misuranti fino a duecento metri di spessore, con fossili di pesci, di batraci e di piante. Si rinvenne parimente (2) questo stesso terreno nella Loira Inferiore, a Teillé, con uno spessore di cento metri, adagiantesi esso pure sul terreno carbonifero, e contenente, fra l'altro, felci e cordaiti. All'epoca pertanto di cui ci occupiamo, il mare si estendeva su tutte queste regioni.

Piante ed animali appaiono ancora ciò che erano durante il periodo precedente, ma già pronte a far posto a tipi perfezionati. Il mezzo cangia. Tuttavia non vi sono ancora stagioni sul nostro pianeta, e il sole non è ancora di un gran splendore. La temperatura rimane ovunque tropicale e uniforme. Il rilievo del suolo subisce dislivelli e cangiamenti d'altitudini ascrivibili al raffreddamento interno ed alla contrazione del globo. « Al principio di questa nuova fase, scrive il signor Contejean nel suo prezioso *Trattato di geologia*, un abbassamento generale riconduce il mare sopra una gran parte del suolo europeo, e in particolar modo in Russia, nel centro della Germania, nel sud-ovest dell'Inghilterra, al piede dei Vosgi, ecc. Potenti conglomerati si accumulano nei mari: essi

---

(1) Accademia delle scienze di Parigi. Seduta del 13 luglio 1885. Lettura del signor Bergeron.
(2) Ugual seduta; comunicazione del signor Bureau.

costituiscono la *nuova arenaria rossa* dei geologi. Al di sopra, e durante un periodo di calma relativa, si depositano i calcari magnesiferi conosciuti in Germania sotto il nome di *zechstein* (calcare fetido). Tale è nell'Europa centrale e occidentale la composizione più ordinaria del terreno permiano, d'altronde assai variabile. In una serie infinita di luoghi, iniezioni ed emanazioni sotterranee introducono nei mari elementi mineralogici svariatissimi, ma in generale funesti alla vita; per esempio le formazioni di rame di Turingia e di Russia, i gessi ed il salgemma della Russia e degli Stati Uniti, la magnesia che si rinviene ovunque. Così sotto il rapporto della composizione mineralogica, il terreno permiano assomiglia assai più a quello del trias che gli succede, di quello che a terreni che lo precedettero; ma l'opposto si verifica quando si paragonino le faune e le flore. Eccetto che in Russia e negli Stati Uniti, ove persiste la tranquillità delle epoche precedenti, i movimenti del suolo e lo scompiglio degli strati sono frequenti; così, nulla di più variabile della potenza del terreno permiano che è di 250 metri agli Stati Uniti, raggiunge i 700 metri in Boemia, ed oltrepassa i 1200 metri in Sassonia. Le assise inferiori si adagiano talora sul terreno carbonifero, talora sugli schisti cristallini o sul granito, ciò che denota un'invasione del mare. Raramente esso si trova in concordanza colle formazioni più antiche su cui riposa, ma gli strati del trias lo ricoprono quasi dappertutto senza alcuna differenza di stratificazione. Così, sotto il rapporto della stratigrafia, il terreno permiano si mostra indipendente dalle epoche anteriori, e intimamente collegato colle susseguenti, e l'opposto si verifica se non lo si considera che rispetto alla paleontologia. Ne risulta che le epoche non sono meglio delimitate dei terreni, e perfino di certe divisioni di minima importanza. La loro distinzione è fondata sui caratteri delle faune e delle flore, e per nulla affatto sulle brusche separazioni stratigrafiche, mineralogiche o paleontologiche. Questo periodo segna a ragione la fine di una grande epoca geologica, poichè nel tempo della sua durata si estingue la maggior parte dei tipi paleozoici, sia per essere quei tipi giunti al loro termine naturale, sia per gli effetti del mezzo ad essi inadatto. Alcuni tuttavia, ma in piccolissimo numero, continuano a sussistere: nessuna delle nuove forme che caratterizzano l'epoca secondaria vi fa la sua apparizione. È dunque oltremodo naturale di fissare alla fine del terreno permiano il termine dell'epoca paleozoica.

« La fauna permiana novera appena trecento specie conosciute. Tutti i gruppi si trovano in grande decadenza, e subiscono riduzioni enormi, almeno in Europa e negli Stati Uniti. I polipi, i crinoidi e gli echinidi non contano che un piccolissimo numero di generi. Quasi tutti i brachiopodi paleozoici sono scomparsi: taluni si mostrano per l'ultima volta; e fra di essi i brachiopodi *atrypa*, *camarophoria*, *orthisina*, *chonetes*, *productus*, già così ricchi di specie. D'ora innanzi questo ordine

non si riavrà più dalla sua decadenza, e sarà sempre sorpassato dai molluschi propriamente detti, gasteropodi e acefali. I cefalopodi sono ridotti ai generi *nautilo*, *orthoceros* e *cyrtoceros*, e i crostacei non figurano più che a titolo di memoria, rappresentati dall'ultima delle trilobiti, da taluni limuli e da alcuni ciprinidi. I pesci ganoidi si mantengono, e, nel numero, i *palæniscus* (veggasi fig. 254) sono degni di menzione per la varietà delle loro specie e l'abbondanza degli individui. Riassumendo, la fauna permiana è caratterizzata da certi brachiopodi (*terebratula elongata*, *spirifer alatus*, *productus horridus*, *productus cancrini*, ecc.), da certi acefali, dai generi *mytilus*, *schizodus*, *monotis*, dai *palæniscus* aventi

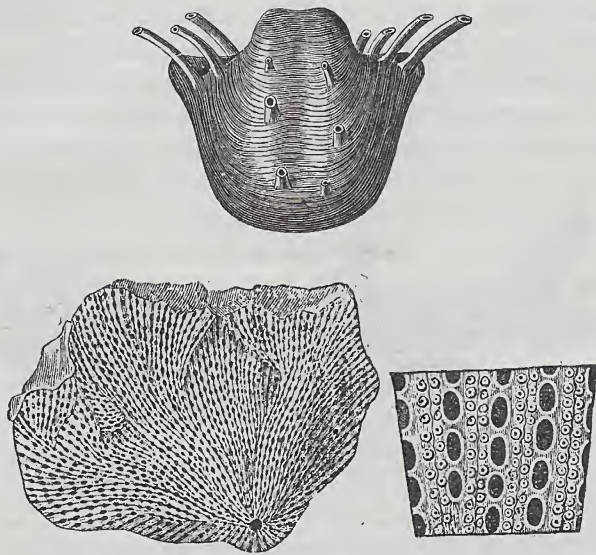



Fig. 253. — Molluschi del periodo permiano.
1. Productus horridus. — 2. Fenestella retiformis, con frammento ingrandito.

scaglie strette e punteggiate, e da batraci e da rettili appartenenti ai generi *zygosaurus*, *palæosaurus*, *thecodontosaurus*, *proterosaurus*, ecc. (1) ».

Considerata in modo generale, la fauna permiana forma un complesso indivisibile, paragonabile ad una delle faune siluriane; in maniera che le suddivisioni del terreno variano secondo i luoghi, e corrispondono

(1) Ecco di bel nuovo altri nomi, ripugnanti al solo udirli, e senza dubbio più d'un lettore trascorre su queste espressioni senza soffermarsi a leggerle. Tuttavia bisogna pur chiamare e distinguere fra loro gli abitanti della Terra durante quelle epoche remote, e sarebbe altrettanto difficile di sopprimere quei nomi quanto il pretendere di scrivere la storia dell'umanità senza chiamare coi nomi con cui li conosciamo Fo-Hi, Aseth, Hoang-Ti, Osymandias, Sesostri, Mosè, Sargon, Ceu-Kong, Sardanapalo, Nabucodonosor, Confucio, Pitagora, Gesù Cristo, Maometto, Carlomagno, Copernico, Keplero, Newton, Luigi XIV, Napoleone, ecc. Bisogna confessare per altro che i paleontologi avrebbero potuto dar prova di maggior garbo nelle loro denominazioni.

solamente a cangiamenti nella natura mineralogica delle assise. L'analogia è stragrande colla fauna carbonifera, non ostante le discordanze di stratificazione. Nei paesi in cui queste non si verificano, per esempio agli Stati Uniti, i fossili carboniferi sembrano confondersi coi fossili permiani in uno spessore abbastanza ragguardevole di strati.

Lo sviluppo della vita sulla Terra continua regolarmente, come quel'o di un albero gigantesco, i cui maggiori rami precedono i rami secondari, benchè certi rami presentino una cresciuta ordinaria, ed altri invece rallentino il loro sviluppo, o si arrestino anche nel loro andamento ascendente. Rivediamo per un istante il quadro pubblicato più sopra (pag. 74) della classificazione del regno animale. Al di sopra delle tre classi dei zoofiti, dei molluschi e degli anellidi, invertebrati tutti, noi abbiamo quella dei vertebrati. Ora, durante le epoche primordiale e primaria di cui terminiamo qui la storia, noi abbiamo assistito all'apparizione successiva degli esseri appartenenti a queste tre classi. La corrispondenza tra la classificazione anatomica e l'evoluzione naturale s'è manifestata

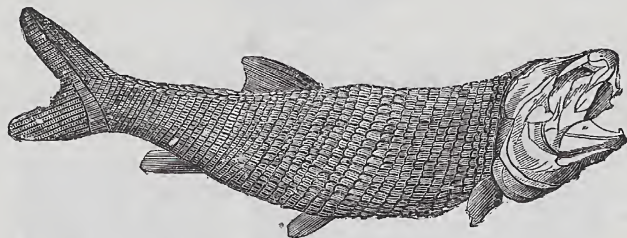



Fig. 254. — Pesci del periodo permiano. Palæoniscus Freislebeni.

non solamente nelle grandi linee, ma altresì nei particolari; ed è in tal modo che i più perfezionati fra gli invertebrati, gli aracnidi, i miriapodi, gl'insetti, gli anellidi in generale, sono comparsi gli ultimi, molto tempo dopo i zoofiti ed i molluschi. Così pure, noi vedemmo l'ordine dei vertebrati incominciare dai più rudimentali, i pesci. Quest'ordine superiore della biologia terrestre si suddivide, come già abbiamo visto, nelle classi seguenti:

Pesci.
Batraci.
Rettili.
Uccelli.
Mammiferi.

Noi vedemmo nascere la prima di queste classi. Assisteremo ora allo sviluppo della seconda.

I batraci non sono nè pesci, nè rettili. D'alcun poco superiori ai pesci come sistema nervoso, sensibilità e intelligenza, essi sono meno svilup-

pati dei rettili. Si dà loro anche la qualifica di *anfibi*, perchè possono vivere nell'acqua come i pesci, e nell'aria come i rettili.

I nostri lettori conoscono queste distinzioni generali. Tuttavia, perchè la chiarezza sia il più possibile completa, senza perderci per altro in particolari tecnici, facciamo notare i tipi principali che caratterizzano l'una e l'altra classe. Ai *batraci* (1) appartengono le rane, le raganelle, gli aliti (2), i rospi (riuniti sotto la denominazione di anuri o « senza coda ») e le salamandre, i tritoni, gli euprocti (3), i protei (riuniti sotto la designazione di urodeli o « a coda visibile »). Ai *rettili* (4) appartengono i serpenti, le lucertole o saurî, i coccodrilli, le tartarughe.

I batraci respirano l'aria disciolta nell'acqua, per mezzo di branchie, almeno durante i primi tempi della loro vita. I rettili respirano l'aria in natura, per mezzo di polmoni, in tutti i periodi della loro esistenza. I batraci presentano inoltre costantemente delle metamorfosi: e come i pesci sono anallantoidi, ciò che equivale a dire che gli embrioni sono sprovvisti di membrana allantoide. Essi subiscono metamorfosi analoghe a quelle che sono così generali fra gli invertebrati; al momento in cui abbandonano l'uovo, i batraci non hanno ancora terminato il loro completo sviluppo, e non possiedono l'organizzazione dei loro progenitori; essi non l'acquistano che più tardi, allorchè passano dallo stato larvale allo stato adulto. Al principio della loro vita, l'esistenza loro è quella dei pesci; essi sono essenzialmente acquatici. La loro conformazione subisce notevoli modificazioni. « Talvolta, scrive Carlo Vogt, le membra fanno difetto completamente; tal altra la forma del corpo si avvicina a quella di un disco; essa è appiattia e dilatata mediante organi di locomozione sviluppatissimi. Nelle cecilie, che vivono sotterra e sono sprovviste di membra, il corpo rassomiglia completamente a quello di un verme terrestre. Gli anfiumi (5) che stanno all'opposto sempre nell'acqua, hanno la coda compressa lateralmente, assai allungata e che serve ai movimenti di natazione. Le zampe presentano tutti i gradi di sviluppo; incapaci dapprima di sostenere il corpo, esse si guerniscono in seguito d'unghie

---

(1) Etimologia: Βατραχοσ, rana.

(2) Sono gli *alytes* anfibî dell'ordine dei Batraci, tribù delle Phaneroglossæ, sott'ordine delle Discoglosseæ, contradistinti per avere una sola fessura branchiale mediana e toracica. È negli *alytes* che si osserva, come nei Pipa, uno special modo di incubazione delle uova, le quali vengono dai Pipa spalmate sulla regione dorsale delle femmine, ove compiono la loro metamorfosi in cellette formantesi nella cute, e che sono invece dagli *alytes* maschi portate nell'acqua, al momento opportuno, avvoltolate a grappolo intorno alle coscie.

(3) Anfibî urodeli, appartenenti alla classe delle Salamandrideæ, con corpo lacertino di forme, e branchie e fessure branchiali che mancano d'ordinario negli adulti.

Note del Trad.

(4) Etimologia: *reptum*, supino del verbo *repere*, arrampicare.

(5) Anfibî dell'ordine degli Urodeli, che si distinguono pel corpo oltremodo allungato, con arti rudimentali e branchie esterne persistenti. Se ne conoscono alcune specie dell'America Meridionale fra cui l'*Anphiuma tridactyla*.. *Nota del Trad.*

che sono quasi atrofizzate. Talora le membra anteriori solo esistono, e sono allora distaccate da una parte e dall'altra del collo sotto forma di piccoli monconi; altre volte sono le membra posteriori che appaiono solo visibili. Negli anuri, la coda si atrofizza e sparisce completamente nell'animale adulto.

La conformazione esterna degli anfibî o batraci prova che essi sono organizzati per vivere alternativamente nell'acqua e nell'aria, ma mostra tuttavia variazioni di forma considerevoli tendenti a quelle degli animali terrestri organizzati per strisciare, arrampicarsi e saltare.

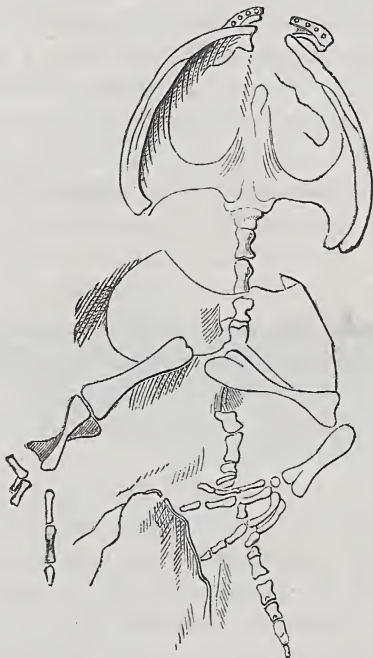



Fig. 255. — I primi batraci. Raniceps di Lyell.

Benchè semplicissimo, il sistema nervoso centrale è tuttavia superiore a quello dei pesci. Il cervello è sempre piccolo, soprattutto relativamente al midollo spinale, inquantochè è corto e stretto; è in tal modo che, nella salamandra, il peso dei centri nervosi è di 3, paragonato alla massa totale del corpo di 380, non essendo l'encefalo rappresentato che da 1. Come i pesci, i batraci sono ovipari, e covano le uova (1). I vivipari non compariranno che più tardi sulla scena del mondo.

A somiglianza dei retili, i batraci prosperano innanzi tutto in un clima

(1) La salamandra atra (batracio urodelo) è per altro vivipara, e mette alla luce i piccini sprovvisti di branchie, e destinati a vivere immediatamente fuori dell'acqua. *Ma prima della loro nascita* essi hanno branchie ed una coda natatoia.

caldo ed umido; essi sono specialmente abbondanti nelle regioni tropicali e intropicali del Nuovo Mondo. Nelle foreste vergini essi trovano, durante l'intero anno, l'umidità ed il calore tanto necessarî al loro sviluppo. Le immense foreste dell'America del Sud e dell'Asia meridionale servono di nascondiglio a innumerevoli quantità di specie; in seno a queste foreste, l'acqua depositata nel cavo degli alberi, sulle foglie, sul muschio che tappezza ovunque il suolo, è essenzialmente favorevole allo sbocciar delle uova, allo sviluppo delle loro larve (1).

Queste condizioni d'abitabilità sono precisamente quelle dell'epoca permiana; esse convenivano sì ai batraci che alle felci, alle sigillarie, e all'opulenta vegetazione di quei tempi primitivi.

Allo stesso modo che noi abbiamo qualificato il periodo devoniano di periodo dei pesci, pel motivo che è in quei tempi che l'esistenza loro si è affermata, allo stesso modo che il periodo carbonifero merita sopra

Fig. 256. — Quarto di dente di labirintodonte, sezione trasversale ingrandita.

ogni altro di render tipico il regno delle piante, al modo stesso noi potremmo considerare il periodo permiano come quello dello sviluppo dei batraci sotto un'atmosfera umida e calda. Senza dubbio i batraci e i rettili datano dal periodo carbonifero, e fors'anche dai tempi devoniani, ma essi non si sviluppano che allora, e i secondi non *regneranno* che durante l'epoca secondaria, e soprattutto nei tempi giurassici. « Durante più di trentaquattro anni, scrive Carlo Lyell, fu assioma indiscusso in paleontologia che non erano esistiti rettili prima del periodo permiano prima del calcare magnesifero; ma, alla fine del 1844, questa barriera preconcetta fu rovesciata, e rettili carboniferi, terrestri ed acquatici, di generi numerosi furono messi in luce. Si discute ancora adesso intorno alla questione di sapere se i resti di un certo *enaliosaurus* (era forse un grande *labyrinthodon*) sieno o meno stati scoperti nel terreno carbonifero

(1) Brehm. — *I rettili ed i batraci*. Edizione di E. Sauvage.

della Nuova Scozia, e se certe arenarie dei dintorni d'Elgin, in Scozia, contenenti ossa di lacertidi, di coccodrilli e di rhynchosaurî, non debbano rapportarsi all'arenaria rossa, e cioè al gruppo devoniano. Nondimeno niun avanzo di questa classe fu ancora rinvenuto in roccie così antiche quali sono quelle in cui vennero trovati i primi pesci.

Fin dal 1863, Dawson fece conoscere molti batraci e rettili, e in particolar modo una specie che ricevette il nome di *hylonomus*, con vertebre perfettamente ossee, che sarebbe stato capace di respirare fuori dell'acqua, di arrampicarsi e di saltare da un albero all'altro. Huxley ha scoperto nel terreno carbonifero della Gran Bretagna, diversi rettili, fra i quali si può citare l'*hanthracosaurus*, animale lungo due metri, rinvenuto in una miniera di carbon fossile del bacino di Glascow. Nel 1844, il dottor King riconobbe nel terreno carbonifero di Greensburg, in Pensilvania, talune impronte di un enorme animale, il *batrachopus;* le traccie dei passi delle zampe posteriori misuravano quasi un piede di lunghezza e, conseguentemente, oltrepassano in grandezza quelle dei labirintodonti triasici. Queste impronte indicavano una bestia che aveva una respirazione aerea, inquantochè, giudicando dal modo di fossilizzazione, è evidente che esse vennero fatte da un quadrupede che camminava sull'argilla molle di una spiaggia, che questa argilla si è disseccata al sole e s'è fessa a crepacci. Più tardi quell'argilla deve essere stata ricoperta da sabbia, e questa sabbia si sarà da ultimo cangiata in arenaria.

Certe impronte di passi di rettili, ancora più antiche, sono state osservate da Lea, nella Pensilvania, ad una profondità maggiore di 520 metri in confronto di quelle di Greensburg; si è pensato ch'esse potessero appartenere al Devoniano.

Così queste spiaggie erano allora popolate da batraci dalle forme strane, che hanno lasciato traccie della loro esistenza non solamente mediante residui del loro scheletro osseo e della copertura scagliosa, ma altresì mercè le impronte dei passi che si incontrano numerose sulle arenarie ora consolidate (1).

Su di una spiaggia unita, limacciosa, non solamente gli animali lasciano le traccie del loro cammino, ma la pioggia stessa, cadendo a larghe goccie,

---

(1) Ci venne perfino comunicata alcuni mesi or sono (dai signori Giuseppe e Natale Gérard e Giovanni Viesen, a Boncelles nel Belgio) una scoperta quasi incredibile, che noi pubblichiamo qui con beneficio d'inventario. Scavando, nel 1869, un pozzo di mina, al Grand-Horez, a Flémalle-Grande, presso Liegi, si sarebbero trovati, in diverse riprese, a 250 e 300 metri di profondità, alcuni piccoli rospi ciechi, esili, di color verdastro, che avevano le gambe posteriori assai lunghe, e *viventi*. Portati alla superficie del suolo, essi sarebbero vissuti ancora due o tre giorni. Le persone indicate più sopra si affermano come testimoni oculari.

Se il fatto è autentico, parrebbe interessante l'esaminare se questi batraci non abbiano potuto venire dall'esterno mediante infiltrazione delle acque, oppure siano stati trasportati colà dalle acque sotterranee allo stato di uova. Se essi sono ciechi, ci troviamo di faccia ad una razza sotterranea, come già lo vedemmo pei batraci della Carniola. Che poi taluni rospi possano vivere anni intieri in mezzo a pietre, è quanto vien provato da numerose osservazioni.

vi imprime la sua azione, scavando una moltitudine di piccole cavità arrotondate. Sotto l'influenza del calore solare, tutte queste traccie s'induriscono. Se ora noi supponiamo che alla marea seguente, il riflusso delle acque marine conduca sulla spiaggia disseccata nuove sabbie finissime, questo deposito si modellerà in tutte le più minuscole cavità, e, disseccandosi a sua volta, queste modellature in rilievo rimarranno a testimonianza del passaggio degli animali e degli effetti della bufera.

Tali sono i fatti che, osservati in numerosi punti su lastre d'arenaria dei terreni carboniferi e permiani, sono venuti ad attestare, non solamente il passaggio d'animali sulle spiaggie dell'epoca, ma altresì il fatto che pioggie abbondanti vi si sono riversate sopra.

Queste impronte di passi appartengono a batraci che hanno lasciato in tal maniera sulle spiaggie sabbiose del continente carbonifero, non solamente le traccie del loro passaggio, ma altresì porzioni del loro scheletro, e in particolar modo grandi piastre ossee, paragonabili a quelle che formano la corazza dei coccodrilli attuali, e così pure denti conici a struttura complessa, che diedero loro il nome di *labirintodonti*. Le loro grandi proporzioni, l'armatura di piastre ossee che ricopriva il loro corpo, le mascelle ornate di denti formidabili, la testa corazzata, hanno fatto di questa antica famiglia di batraci, oggidì scomparsa, la più bizzarra famiglia della fauna primaria (1).

In vicinanza di Lodève, nel dipartimento dell'Hérault, le cave di arenaria variegata, che vengono usufruite per lastre e selciati, racchiudono numerose impronte di queste orme di libirintodonti triasici, così ben conservate che vi si ponno riconoscere tutte le particolarità della pelle scagliosa di questi singolari animali. La loro statura raggiungeva più metri di altezza; le membra loro erano tozze ma robuste, e la sproporzione relativa fra le zampe posteriori vigorose e quelle più esili della parte anteriore, dinotano un rettile atto al salto, a guisa dei batraci moderni (2).

Le impronte di cui si tratta furono lasciate da un animale che aveva quattro mani, ciò che gli fece dare il nome di *chirotherium* (3). Le sue membra anteriori erano molto più piccole delle posteriori, che avevano press'a poco la forma di una grossa e pesante mano d'uomo, con questa differenza che le dita erano ancora più corte e tozze; la lunghezza delle sue zampe posteriori era da 22 a 24 centimetri, più del doppio delle anteriori. Il chirotherium era un labirintodonte gigante.

---

(1) Etimologia: λαβυρινθος, labirinto; οδων, dente. Questi primi quadrupedi sono stati così chiamati perchè i labirintodonti del trias, che vennero studiati pei primi, hanno i denti di una struttura così complicata che le loro piegature e ripiegature (veggasi fig. 256) danno l'idea di un labirinto. Questa designazione è poco opportuna e di un carattere soverchiamente limitato.

(2) Carlo Velain. — *Geologia Stratigrafica.*

(3) Etimologia: χειρος, mano; θεριον, animale.

Si sa che in tutti gli animali il pollice è rivolto al di dentro, e il mignolo al di fuori. Se l'uomo camminasse a quattro zampe, i pollici delle mani e dei piedi seguirebbero un'identica direzione.

Esaminando la figura 257, si osserva una disposizione contraria. I pollici sono evidentemente rivolti all'infuori. Si tratta senza dubbio in questo caso, non d'impronte dirette, ma di contro-impronte prodotte dalla sabbia depositata sulle orme rimaste impresse. Questo rettile camminava, come il cavallo, tenendo i piedi assai vicini alla linea mediana del corpo.

Fig. 257. — Impronte di passi lasciate dal Chirotherium.

La differenza tanto notevole nella grossezza delle estremità di questi animali ha fatto supporre che essi dovessero avere qualche affinità coi canguri; ma questi ultimi non camminano; essi non fanno che saltare sulle loro zampe posteriori, si servono delle loro membra anteriori per prendere il nutrimento, e non le posano a terra che accidentalmente. I batraci, all'opposto, hanno le estremità in forma di mani, e di grandezza diversissima; ne viene da questi fatti che il chirotherium ha dovuto essere un anfibio dell'ordine dei batraci, una specie di rana, o, per meglio dire, di salamandra gigantesca, poichè aveva una coda.

Fin dal terreno carbonifero, con batraci che ricordano alquanto quelli che vivono oggidì (tali sono i *raniceps*, i *parabatracus*), e con saurî quali il *dendrepeton* e l'*hylerpeton*, minuscoli, vivevano i labirintodonti propriamente detti.

Nel terreno permiano, il quale, geologicamente, fa direttamente seguito al terreno carbonifero, i rettili e i batraci sono più numerosi, tanto in Europa quanto nell'America del Sud. È in tal modo che Cope scoperse nel permiano del Texas e dell'Illinois fino quattordici generi e ventotto specie di rettili, sei generi e sette specie di batraci stegocefali e labirintodonti.

Nei labirintodonti più antichi il cranio è completamente corazzato, e questi animali furono quindi designati col nome di ganocefali; la superficie esterna del cranio è generalmente coperta di vermiculazioni spesso assai protuberanti che richiamano alla mente i coccodrilli dell'epoca attuale. Questo cranio è talvolta allungato, come lo si vede nel *cricotus*, nel *trematosaurus* e nell'*archegosaurus;* tal altra più tozzo, più rattratto.

come nel genere americano *eryops* e nei generi europei *actinodon* e *mastodontosaurus*.

Nei trematosaurî, il cranio ricorda, per la sua forma, quello del coccodrillo, mentre nei *cricotus* dei terreni permiani del Texas e dell'Illinois, il muso, ben distinto dal cranio, è lungo e ristretto. Le membra sono gracili in confronto della complessione generale.

Nei generi *archegosauro*, *keraterpeton*, *lepterpeton*, le dita sono in numero di cinque ad ogni zampa, restando i tarsi ed il corpo allo stato cartilaginoso. Nell'archegosauro, le due paia di membra, che appaiono a vista d'occhio dell'egual grandezza, sono dirette all'indietro e dovrebbero servire pel nuoto. Queste ossa erano di una grande semplicità; gli elementi ossei ricoprivano imperfettamente le relative cartilagini, in

Fig. 258-259. — Teste di labirintodonti. Archegosauro e mastodonsauro.

maniera che il loro tessuto era poco consistente e facile a comprimersi, È per questa ragione che, passando allo stato fossile, essi si sono spesso deformati. Questa disposizione manifesta una grande inferiorità d'organizzazione, inquantochè è principalmente alle estremità delle ossa che i muscoli ed i legamenti s'inseriscono; essa parrebbe dar indizio di membra che non avevano che movimenti generali.

Come già vedemmo, i labirintodonti comprendono un gran numero di tipi distinti. Fra i gruppi europei meglio studiati, noi possiamo citare i *mastodonsaurî*, i *capitosaurî*, i *metopias*, i *trematosaurî*, i *zigosaurî*, gli *archegosaurî*, i *rhinosaurî*. Benchè noi non li conosciamo che assai incompletamente, le scoperte fatte in questi ultimi anni ne consentono tuttavia d'indicare a larghe linee i costumi probabili di queste strane creature.

Il corpo doveva essere pesante e massiccio. Come negli anuri (rane,

rospi, ecc.), e negli urodeli (salamandre, tritoni, ecc.), le membra e soprattutto le membra posteriori, erano troppo deboli per sostenere il corpo, in maniera che il ventre strisciava lungo terra. I labirintodonti, del resto, dovevano passare la maggior parte della lor vita nelle paludi, negli stagni e nei laghi che frastagliavano in sì gran copia il suolo nelle epoche del carbonifero, del permiano e del trias. Essi si trascinavano talora sull'argilla molle della spiaggia, che ha, in certi casi, conservata l'impronta dei loro passi e la traccia impressa sul fango dalla loro coda. È in tal modo che in Francia alcune impronte di chirotherium furono riconosciute a Saint-Valbert (Meurthe), in una cava da cui si estrae l'arenaria verde, al confine stesso di esigui strati di arenaria e di argilla che si alternano fra loro al disotto di grossi blocchi rossastri. Impronte dello stesso animale furono raccolte nelle arenarie variegate di Lodève (Hérault). Il Museo di Parigi ne possiede bellissimi campioni.

Certi labirintodonti dovevano raggiungere una statura veramente straordinaria. Nelle formazioni triasiche furono rinvenuti cranî che misurano fino m. 1,30 di lunghezza, ciò che fa supporre animali di più di *sei metri* di lunghezza. Quelli dei terreni permiani dell'Ohio e dell'Illinois erano meno grandi (1).

Il carattere dei denti e la struttura del cranio, così rassomiglianti come organi di prensione e di masticazione alle parti corrispondenti dei coccodrilli, dimostrano chiaramente che noi siamo di fronte ad animali voraci. Le affinità dei labirintodonti cogli anfibî e la presenza di un apparecchio branchiale nella larva, indicano altresì che questi esseri erano completamente acquatici durante la prima parte dell'esistenza loro. Le proporzioni del cranio e la debolezza delle membra di tutte le specie carbonifere conosciute, ci autorizzano ad ammettere che i labirintodonti frequentassero le acque e cercassero in esse gli elementi necessarî alla loro sussistenza. L'analogia cogli anfibî attuali ci induce a supporre, d'altra parte, che i labirintodonti fossero fluviatili piuttosto che marini. Il carattere dei depositi in cui i loro resti sono inumati, conferma siffatto apprezzamento.

Fino al 1867, non si era ancora rinvenuto in Francia alcun rettile primario, eccezion fatta dell'*aphelosaurus*, scoperto a quell'epoca in vicinanza di Lodève, benchè fin dal 1847 si fosse messo in luce l'*archegosauro* nel permiano di Lebach (Prussia Renana), e che, fin dall'anno 1710, un medico di Berlino, chiamato Spener avesse, dietro invito di Leibnitz, descritto un *proterosauro* tratto dagli schisti permiani della Turingia. Oggidì noi conosciamo, in Francia, il *protritone*, il *pleuronoura*, l'*actinodon*, l'*euchirosauro*, lo *stereocharis*, tutti estratti dal permiano dei dintorni di Autun. « L'abbondanza dei rettili che si estrassero dagli strati

---

(1) Brehm e Sauvage. *I rettili ed i batraci.*

in cui non se ne erano mai trovati fino in questi ultimi anni, dice il signor Gaudry (1), comprova quanto si debba andar cauti nell'ascrivere alla natura lacune che non esistono che nell'ignoranza dei nostri intelletti. I più antichi rettili conosciuti appartengono ai terreni carbonifero e permiano, e cioè alla parte superiore delle formazioni primarie. Mentre gli invertebrati furono numerosi nei tempi siluriani, ed i pesci, più elevati degli invertebrati, ebbero il regno loro fin dall'epoca devoniana, i rettili, superiori ai pesci, non si sono moltiplicati che incominciando dal periodo carbonifero. Sono tutte attestazioni favorevoli all'idea di uno sviluppo progressivo del mondo animale ».

Fra questi rettili (o, per meglio dire, fra questi batraci), facciamo notare una salamandra a coda corta, il *protriton petrolei* (2), (fig. 260) del signor Gaudry. « Fino ad ora, dice egli, l'epoca primaria pareva essere stata caratterizzata da rettili distinti dai batraci attuali, che erano stati descritti, talvolta come labirintodonti, tal altra come ganocefali, e tal altra ancora come stegocefali. Mi è sembrato che il protritone, e così pure un piccolo fossile di Germania, l'*apateon*, e un altro degli Stati Uniti, il *raniceps*, non differissero gran che dai batraci. Ecco le ragioni che mi hanno reso di ciò convinto. Per tutti i paleontologi, il principale carattere dei labirintodonti si è di avere le ossa, poste dietro gli occhi (post-orbitali, post-frontali, sopra-temporali), così sviluppate da unirsi per formare un tutto continuato; nei batraci invece queste ossa sono d'assai ridotte e soppresse, in maniera che le cavità degli occhi appaiano relativamente così grandi da risultarne una forma di testa affatto differente. Nel protriton, le ossa collocate dietro gli occhi sono assai meno sviluppate che nei labirintodonti, e le orbite hanno una grandezza che ricorda l'aspetto di quelle dei batraci. Un altro carattere importante dei labirintodonti, si è la forma bizzarra della loro cintura toracica, con un grande entorsternum su cui s'appoggiano delle clavicole (episternum) allargate sul davanti. Ora, io non ho potuto scoprire verun entorsternum ossificato nel protritone, e le clavicole non hanno punto l'allargamento che è sì notevole nei labirintodonti. Ciò che distingue inoltre i labirintodonti sono coste assai grandi e complesse; mentre all'opposto, nel protritone, il sistema costale è semplificato come nella maggior parte dei batraci. Infine, i labirintodonti dei tempi primarî avevano sotto il ventre un sistema di scaglie curiosissimo, mentre, giudicandone dalla sua fossilizzazione, il corpo del protritone era altrettanto nudo quanto quello dei batraci. Ecco il perchè questo animale m'è sembrato un rettile, in cui non si sono ancora manifestate le divergenze che hanno caratterizzato il gruppo dei

(1) *Fossili primari*, pag. 252.

(2) Etimologia: *Pro*, prima; *Tritone*, salamăndra acquatica. Gli schisti che racchiudono il protritone sono escavati per l'estrazione del petrolio.

labirintodonti; io pensai ch'esso si allontanasse meno dal tipo comune dei rettili anallantoidi attuali, e specialmente delle salamandre.

« Non si può a meno di rimaner scossi, aggiunge lo stesso naturalista, per poco che si osservi come i piccoli fossili d'apparenza salamandriforme, si trovino negli stessi terreni in cui si incontrano i labirintodonti. Così, l'*apateon* è stato raccolto negli strati simili a quelli di Lebach, ove abbonda l'*archegosauro:* nel terreno di Dracy-Saint-Lorys, presso Autun, si vedono a fianco del protritone, l'*actinodon* e l'*euchirosauro;* in Boemia ed in Sassonia i signori Fritsch, Geinitz e Deichmüller scopersero, oltre al *brachiosaurus*, alcuni animali che, come il *dawsonia* e il *melanerpeton pulcherrimum*, sembrano labirintodonti. A fronte di queste coincidenze, è naturale il pensare che fra i piccoli fossili d'aspetto salamandriforme, molti debbano rappresentare lo stato giovine dei labirintodonti. Ma non è sempre facile il far distinzione fra le differenze dovute all'età e le differenze specifiche in animali che hanno potuto andar soggetti a metamorfosi, come lo sono la maggior parte dei batraci attuali ».

Fig. 260. — Resti fossili del protriton petrolei.

La più grossa specie di labirintodonte è conosciuta ad un tempo per le sue ossa e per l'impronta delle sue zampe, abbastanza rassomiglianti ad una mano d'uomo le cui dita corte e il pollice discosto avrebbero avuto fine con artigli. Presso Lodève, le orme fossili dei passi sono accompagnate da quelle di una coda che veniva trascinata. Questo animale, per metà salamandra e per metà coccodrillo, aveva il corpo ricoperto da una corazza di sottili scaglie cornee. Le sue membra erano corte, ma robuste; la sproporzione relativa tra il modo di camminare della parte posteriore e quella dell'anteriore, rivela l'andatura di un rettile saltatore con modi più rozzi di quelli dei batraci moderni. Si può farsi un'idea

di questi animali, i più antichi fra i vertebrati terrestri: poco attivi, voraci, divoratori di prede minuscole, aggirantisi sulla sabbia umida, protetti da un'armatura impenetrabile, re della creazione ad un'epoca in cui bastava l'essere solidamente costrutti per ottenere lo scettro, essi

Fig. 261. — I labirintodonti: mastodonsauri.

non avevano a temere nemici di genere alcuno, poichè non si trattava ancora nè d'intelligenza, nè di agilità, nè di energia, e l'istinto stesso si riduceva al compimento degli atti indispensabili al mantenimento ed alla propagazione della specie. La vita di simili esseri trascorreva monotona nel seguire le acque nelle loro alternative di invasione e di ritirata:

essi respiravano e si muovevano all'aria libera, ma senza scostarsi troppo dalla vicinanza dell'elemento ch'era stato la loro prima culla.

Il tipo dei labirintodonti era antico già nel trias che ne segna l'apogeo; lo si incontra, già riconoscibile, nel terreno carbonifero. Tuttavia, a quell'epoca remota, si rinviene a fianco d'esso un altro tipo che è ad un tempo più imperfetto, più ambiguo, e più vicino al punto di partenza: è quello dei ganocefali. Questo tipo ci riconduce al punto in cui i rettili, già organizzati forse per una respirazione aerea, non avevano ancora cessato di essere tali per divenire camminatori. Questi ganocefali sono, a vero dire, labirintodonti meno progrediti. L'ossificazione delle loro vertebre è imperfetta, e tanto la disposizione quanto la struttura dei loro denti li riavvicinano a molti pesci. La loro complessione (come avviene pressochè sempre allorchè si hanno sott'occhi i tipi primitivi d'una serie) è modesta in confronto di quella dei labirintodonti del trias. Il più grande dei ganocefali, l'archegosauro, non misurava mai più di un metro di lunghezza. Le sue membra erano deboli, e piuttosto disposte per nuotare o strisciare che per camminare; esse terminano tuttavia con estremità provviste di dita distinte. Le sue abitudini erano da carnivoro come quelle dei labirintodonti. L'archegosauro era, in paragone di questi ultimi, quel ch'è, in confronto della rana, il tipo delle salamandre, dei tritoni e dei protei, che si fermano tutti a certi gradi di metamorfosi, e rimangono più o meno girini durante tutta la loro vita (1).

Questi fatti offrono grandi insegnamenti per la storia dell'evoluzione. Allorchè si vedono le vertebre incompletamente formate nell'archegosauro e fino nell'actinodon e nell'euchirosauro, i quali, sotto certi rispetti, sono esseri abbastanza perfezionati, non si può sottrarsi all'idea che si sorprende il tipo vertebrato in via di formazione, al momento in cui sta per terminare l'ossificazione della colonna vertebrale. Allorchè si esaminano le ossa delle membra dell'archegosauro e dell'actinodon, colle loro estremità cavernose, altre volte riempite da cartilagini, e che non potevano eseguire che movimenti generali, è naturale il pensare che esse danno indizio di animali la cui evoluzione non è terminata. « Nulla è più mirabile nello scheletro dell'*hylonalus*, scrive il geologo canadese Dawson, del contrasto tra le forme perfette e belle delle sue ossa, e la condizione loro imperfettamente ossificata; questa circostanza fa nascere la questione di sapere se questi campioni non rappresentino già i giovani di taluni rettili di più grande statura ».

Conformemente al dotto paleontologo del Canadà, il signor Gaudry è d'avviso che queste ossa rappresentino uno stato di giovinezza; solamente egli distingue due sorta di giovinezze: la giovinezza degli indi-

---

(1) De Saportt. *Il mondo delle piante prima dell'apparizione dell'uomo.*

vidui, e la giovinezza della classe a cui appartengono. « All'epoca primaria, i batraci e i rettili erano giovani; molti dei loro tipi erano poco progrediti nella loro evoluzione; si è perciò che, fino negli individui adulti, taluni dei loro caratteri potevano riflettere quelli dei rettili attuali allo stato giovane; od anche allo stato embrionario; sono queste applicazioni delle idee messe innanzi da Luigi Agassiz sui rapporti dell'embriogenia e della paleontologia ».

Si è rappresentato nella fig. 261, togliendola dall'opera del signor Sauvage (1), una delle specie di labirintodonti europei meglio studiati, quella dei mastodonsaurî, a testa corta, piatta, larga, e di forma parabolica, con mascelle bene armate; la mascella superiore portava due file di denti, di cui l'esterna non ne contava meno di cento. Questi rettili hanno preso il loro più grande sviluppo all'epoca del trias, e poi sono scomparsi senza lasciare discendenti. Nel disegno, uno degli animali è visto di fiancò; l'altro, per metà immerso nell'acqua, ci mostra le piastre che guerniscono il petto. Si osservano nel passaggio, a sinistra, equiseti e calamiti, a destra, un gruppo di felci arboree, piante contemporanee dei labirintodonti, dal periodo carbonifero all'epoca triasica.

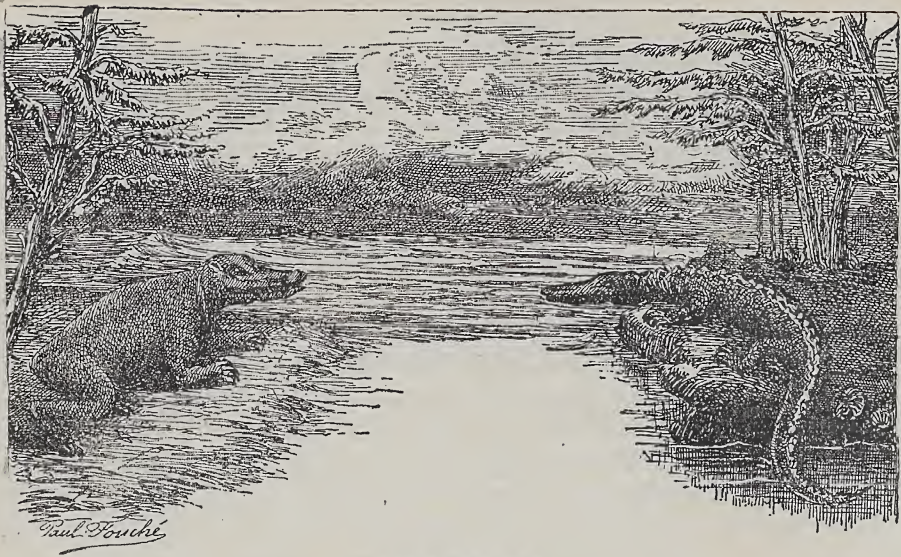
I labirintodonti, a cui parrebbero collegarsi i diversi tipi che descrivemmo testè, furono l'oggetto di numerose discussioni nel campo dei geologi, e non si è ancora d'accordo oggidì sul loro vero carattere. Noi li ritroveremo nei tempi venturi, all'inizio dell'epoca secondaria. Si è osservato con ragione che, allorchè Cuvier classificò i varî fossili della formazione gessosa di Parigi, potè ascrivere ognuno d'essi alla rispettiva specie perchè ebbe per guida gli esseri della natura attuale che hanno affinità con quelli dei tempi terziarî; mentre, all'opposto, l'esame degli animali recenti non può gettare che una ben debole luce su creature di una così stragrande antichità, quali sono quelle dei tempi permiani. Quante migliaia e migliaia di secoli sono passate d'allora in poi! Per gli abitanti della Terra, contemporanei della formazione del carbon fossile o della nuova arenaria rossa (riveggasi il quadro a pag. 222), il secolo di Faraone e di Mosè, quello di Romolo e dei cittadini del Lazio, quello di Gesù e di san Paolo, quello di Carlomagno, quello di Luigi XIV, il nostro, erano ad una tale distanza nell'avvenire che l'imaginazione più audace non avrebbe certamente potuto giungere fin là. Parimenti, nessuno saprebbe prevedere, all'epoca attuale, i secoli che si leveranno su questa Terra in centomila anni, in cinquecentomila anni, in un milione, in cinque od in dieci milioni d'anni. Una tale vaticinazione prostra ogni pensiero umano. Tuttavia, durante lungo tempo ancora, e senza dubbio durante centinaia di migliaia e di milioni d'anni, la vita terrestre conti-

(1) Edizione francese dei *Rettili* di Brehm. Parigi, Baillière, 1885.

nuerà a progredire ed a perfezionarsi, e gli abitanti di quelle età future, tanto a noi superiori, senza dubbio, quanto noi lo siamo a petto dei primi rettili, dureranno fatica a raffigurarsi lo stato attuale dei nostri paesaggi, delle nostre piante, dei nostri animali, della nostra Umanità con tutte le sue opere... O sole! bisogna che la nostra memoria sia ben breve per imaginarci che non vi ha nulla di nuovo sotto i tuoi raggi!

I vegetali del periodo permiano sono, come gli animali, lo sviluppo di quelli del periodo carbonifero, sviluppo nel senso della trasformazione

Fig. 262. — Le piante del periodo permiano. Conifere. Ramo di walchia.

delle specie, ma diminuzione nelle proporzioni dei giganti carboniferi. Le grandi sigillarie colle loro stigmarie, le cordaiti dal largo fogliame persistono ancora durante secoli interi: ma, bentosto, quelle forme caratteristiche spariscono per far posto alle conifere. Le *Walchia* (fig. 262) invadono le foreste e si sostituiscono alle crittogame in piena decrescenza. Queste conifere annunciano i loro successori dell'epoca attuale. Le forme cangiano. Si indovinano le foglie, e già quasi i fiori ed i frutti delle età venture. Ma quanto tempo v'è ancora prima di giungere alle nostre eleganze vegetali del dì d'oggi! I tempi primitivi per altro sono finiti. La natura sta per inaugurare i grandi giorni dell'epoca secondaria: la creazione entra in una nuova fase, che dà un magico impulso alla vita e prepara le ricchezze dell'organizzazione moderna.

LIBRO IV

L'ETÀ SECONDARIA

CAPITOLO I.

IL PERIODO TRIASICO.

L'atmosfera si è purificata. Il sole, meno immane e meno nebuloso che nei secoli passati, incomincia a risplendere in un cielo azzurrino. Le eruzioni del focolare interno, di porfidi, di trappi e di melafiri, che avevano fatto seguito alle convulsioni primitive del mondo nascente, ed interrotto a più riprese il deposito dei sedimenti carboniferi e permiani, si sono fatte più rare e più calme; le screpolature del globo non lasciano più passare il calore interno colla stessa facilità, ma sono riempite di filoni eruttivi che si raffreddano anch'essi. La popolazione vegetale ed animale che, uscendo dalle acque, aveva invaso le rive e i bassi fondi, si eleva nel tempo stesso che, in conseguenza della serie delle contrazioni del globo in via di raffreddamento, e delle ripiegature e dislocazioni che ne risultano, il rilievo dei terreni appare sempre più manifesto, e fa emergere sempre più in alto isole di mano in mano più vaste, e quasi continentali. Le piante, meno nutrite dall'acqua e dall'atmosfera, conservano le loro dimensioni gigantesche dell'epoca carbonifera, e cominciano a farsi diverse l'una dall'altra; ecco le cicadee e le conifere.

Non vi sono per altro ancora veri alberi a stagione, non esistendo ancora le stagioni stesse. I rettili stanno per dominare sulla terra ferma. Nei mari, i molluschi si moltiplicano e soprattutto i cefalopodi della famiglia degli Ammonitidi, che compaiono numerosi fino dall'aprirsi dell'èra novella, e ne qualificheranno tutte le fasi. I pesci seguono uno sviluppo analogo; essi cessano d'essere solamente cartilaginosi, e ne viene dal primo un nuovo tipo, quello dei pesci ossei. L'opera della natura si estende, si fa sempre maggiore e si diversifica.

Il quadro dell'èra secondaria rappresenta un progresso ragguardevole e senza contrasti su quello dell'èra primaria. Ma non è a dirsi con ciò che quest'èra abbia incominciato, non più dell'èra primaria uscita dall'epoca primordiale, mediante un'improvvisa creazione di certi tipi animali e vegetali od un cataclisma qualsiasi negli elementi del pianeta. Ognuno lo comprende; fra un'epoca della natura e quella che la precede o la segue, non vi è alcun brusco salto di soluzione di continuità, più di quanto ve ne sia fra l'ultimo giorno di un anno e il primo del seguente, fra l'ultima ora del nostro ventinovesimo anno e la prima del trentesimo. E la Natura non ha le ragioni apparenti che ci invitano talvolta a « farci » più innanzi negli anni finchè non abbiamo raggiunto la metà del ventesimo anno, e più giovani allorchè, inoltrandoci negli anni, noi rimpiangiamo di vedere svanire così presto i bei giorni (trascorsi non apprezzati!) della primavera e dell'estate. Oh! essa cammina, la Natura, sempre più innanzi, — sempre giovane, essa, o piuttosto affrancata dalle ingiurie dell'età, e per una durata di tempo così lunga da farci sembrare eterna la sua giovinezza. — E invero, la Terra ebbe principio, ed essa finirà; la sua vita planetaria si compone parimente d'anni e di giorni; questi anni e questi giorni si susseguono, come i nostri, gradatamente e non a scatti; l'èra secondaria succede alla primaria e la continua.

Ogni essere porta in sè la tendenza al progresso. Qualunque sia la condizion sua, ha il desiderio del meglio, e questo desiderio è la causa e la ragione d'essere della sua attività. La pianta cerca, vagamente, ma con energia, la luce più favorevole al suo sviluppo, gli elementi nutritivi più succolenti per le sue radici. Il pesce voga verso l'acqua preferita, risale i fiumi verso la loro sorgente. L'insetto sceglie il miele migliore, o l'uva più matura. L'uccello vuole pel suo nido il musco più delicato, il crine più pieghevole, la posizione più comoda. Il cane spia i voleri del suo padrone, e cerca di piacergli. Nel regno vegetale, come nel regno animale, le qualità esterne ed interne, lo splendore dei colori, che fa preferire certi fiori agli insetti, predisponendoli alla fecondazione, e che ha, d'altra parte, un ufficio così importante nella scelta dei maschi fra gli insetti, gli uccelli, i mammiferi, ecc.; gli odori, la cui influenza è

tutt'altro che indifferente; la forza muscolare e nervosa; la natura dell'alimentazione e il carattere che ne risulta; mille cause diverse agiscono in favore del progresso per effetto di questa *tendenza al meglio* di cui ogni essere è dotato. Sopprimete questa tendenza, questo desiderio, quest'aspirazione, e voi spezzate la molla del movimento universale, e la natura intiera, dalla pianta fino all'uomo, cade nel marasmo più completo. Senza questo dono intimo e supremo, la vita stessa perde ogni interesse, e la ragione precipua dell'esser suo; l'Umanità si arresta, o, per meglio dire, l'Umanità non esiste, poichè rimarrebbe chiusa nell'antica crisalide del mondo ad essa anteriore. Tutto manifesta, tutto proclama l'ascensione. È la legge generale e particolare. Il fanciullo non ha che uno scopo: crescere; il giovinetto che compie i suoi studî liceali, aspira da dieci anni alla sua emancipazione; la fanciulla, fiorente nella sua adolescenza, non è punto di sè soddisfatta: ella vuol essere « donna », la giovine sposa attende con un'irrequieta felicità la nascita del suo primogenito; il padre di famiglia prepara pe' suoi figli una posizione ambita, superiore alla sua; il soldato agogna ai galloni, il colonnello conta di morir generale; l'operaio spera in un avvenire più dolce; l'impiegato fa conti in prevenzione sulla sua promozione; l'ambizioso sollecita i posti e gli onori; l'avaro si arricchisce, come se non dovesse giammai morire; il ghiottone assapora anticipatamente la composizione dei suoi manicaretti; il deputato vede ne' suoi sogni il portafoglio di un ministero; il cardinale non rifiuterebbe la tiara che in virtù di una finta umiltà; lo scienziato studia senza posa, avido di ciò che ancora non è conosciuto, disperato talvolta di ciò che ancor rimane a conoscersi; l'artista aspira ad avvicinarsi sempre più alla bellezza; il pensatore intravede in un avvenire, che spera prossimo, un'umanità più perfetta della nostra; e così, per mezzo di tutte le sue passioni, di tutti i suoi desiderî, di tutte le sue aspirazioni, nei suoi piaceri come nei suoi dolori, l'uomo cammina e progredisce, e ben lunge assai dall'essere soddisfatti di quanto la vita attuale può darci, noi non limitiamo a questa terra la sfera delle nostre aspirazioni, ma ci sentiamo chiamati a continuarle al di là, in un'ascensione più alta e più bella. È questa tendenza divina, inerente all'atomo, all'essere più elementare, alla cellula, al protoplasma; è questa parte di divino che la natura visibile, emanazione della Forza Invisibile, possiede in sè; è questa aspirazione verso l'Infinito, nostro padre, che occasiona e determina il perfezionamento perpetuo degli esseri, la trasformazione graduale delle specie, e che, nella storia tutta quanta della Terra, ci mostra un progresso continuo dalle prime età fino ai giorni nostri.

Assistendo agli avvenimenti dell'età secondaria, noi veniamo a constatare sempre più l'assoluta verità di questa legge universale. Tutto il sistema della vita prenderà uno sviluppo graduale incessante.

Quest'epoca si divide in tre periodi ben distinti pei caratteri loro, il periodo triasico, il periodo giurassico o giurese, ed il periodo cretaceo.

Il primo è stato chiamato *triasico*, pel motivo che i terreni che lo rappresentano si mostrarono, all'origine dello studio di questi terreni, separati in *tre* piani; l'arenaria variegata, il muschelkalk o calcare conchiliaceo ed il keuper, in cui si rinvengono le marne iridate, o, per meglio dire, a diversi colori. Si vedono infatti questi tre piani regolarmente posati l'uno sull'altro, in Svevia, in Franconia, nella Lorena ed altrove; ma questa divisione che comporta un piano marino intercalato fra due formazioni d'acqua dolce, manca su un gran numero di punti, e specialmente in Inghilterra, negli ammassi montuosi delle Alpi, dell'Himalaya e della California. Aggiungasi che si trova spesso questo sistema triasico intimamente collegato col permiano, ciò che conferma l'unità di sviluppo organico cui noi accennavamo testè. Certi strati ponno mancare, ma l'ordine non è giammai invertito, nè mai l'arenaria variegata è al di sotto del calcare conchiglifero, come non mai il terreno giurassico è al di sopra del cretaceo.

Il secondo periodo dei tempi secondarî ricevette il nome di periodo *giurassico*, per la ragione che la catena del Giura, la quale si sollevò più tardi, è in gran parte composta di terreni che i mari depositarono durante questo periodo. Questi terreni sono caratteristici di una formazione importante e assai diffusa. Tale periodo si suddivide in due parti distinte: il *lias* e l'*oolite*.

Il terzo periodo è stato chiamato *cretaceo*, inquantochè i terreni che il mare depositò in quell'epoca sono quasi interamente formati di creta. Lo si suddivide in tre serie: il sistema cretaceo inferiore, il medio ed il superiore. (Riveggasi a questo proposito, il quadro generale a pagina 222).

Così succedendo, ai periodi dei tempi primarî i periodi dei tempi secondarî, si presentano nell'ordine cronologico seguente:

ETÀ SECONDARIA.

Periodo triasico.

Triasico inferiore	Arenaria variegata. — Piano vosgiano.
Triasico medio	Muschelkalk. — Calcare conchiliaceo. — **Piano franconiano.**
Triasico superiore	Keuper. — Marne iridate. — Piano tiroliano.

Periodo giurassico.

Lias	Piano infraliasico e liasico.
Oolite inferiore	Piano bathoniano.
Oolite medio	Piano oxfordiano.
Oolite superiore	Piano portlandiano.

Periodo cretaceo.

Cretaceo inferiore	Wealdiano delle foreste.
Cretaceo medio	Arenarie verdi. — Piano urgoniano. Creta di Rouen e del Mans. — Cenomaniano.
Cretaceo superiore	Creta bianca superiore. Sopra-cretaceo.

Noi studieremo ora, seguendo questo medesimo ordine cronologico, tali fasi consecutive della storia della Terra.

Il periodo triasico, che inaugura l'êra secondaria, ha visto depositarsi, come dicemmo, tre specie di terreni, l'arenaria variegata, il calcare conchiglifero ed il keuper. Il primo si presenta, con un'abbondanza notevole, nei Vosgi; il secondo, nelle stesse condizioni, in Franconia; e il terzo nelle Alpi del Tirolo. È per tale motivo che si danno talvolta a questi tre piani i titoli rispettivi di vosgiano, franconiano e tiroliano.

In quali condizioni si sono formati questi terreni? « All'aprirsi del periodo triasico, scrive il signor di Lapparent, i mari interni in cui s'erano depositati, nel nord della Germania e dell'Inghilterra, i sedimenti ma-

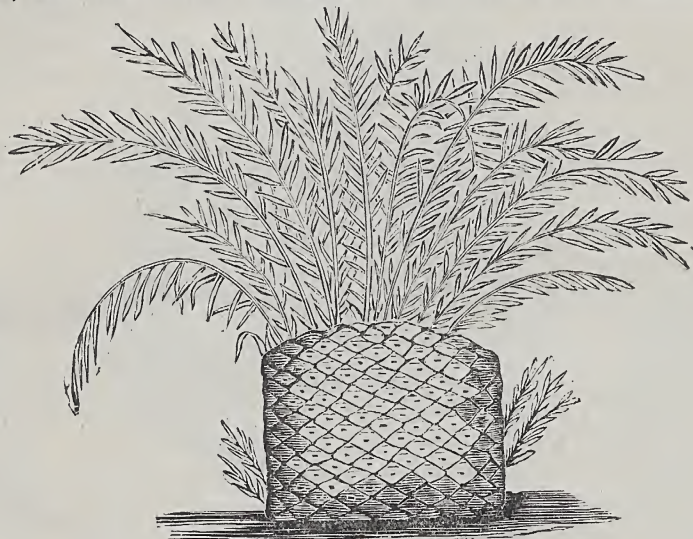



Fig. 264. — Cicadee del periodo triasico.

rini del permiano superiore, si sono disseccati, ed è al sud, nella regione mediterranea, che bisogna andare in cerca del regime pelagico. Ma bentosto da questo Mediterraneo con larghi sbocchi, si protendono dei golfi verso il nord, e il movimento d'invasione marina raggiunge la sua maggior ampiezza all'epoca franconiana, in cui la Lorena e la costa orientale dell'altipiano centrale sono bagnati dal mare o piuttosto dai mari, aventi comunicazione senza dubbio difficile coll'Oceano propriamente detto. Bentosto, del resto, le acque marine si ritirano al sud e all'est, e il regime delle lagune, e fors'anche degli stagni, prevale nell'epoca tiroliana in tutta la Francia, in tutta l'Inghilterra e nella maggior parte della Spagna. Le condizioni pelagiche si ritrovano all'est di quest'ultimo paese, in Italia dalla Sicilia fino alle Alpi Venete, nel paese di Salzburgo e nella regione dei Carpazi. In una parola, è questo il mediterraneo permo-car-

bonifero, un po' spostato verso il nord, meno esteso all'ovest e colleganitesi, come prima, colla depressione degli Urali e dell'Asia centrale. Su tutto questo territorio, ove le ammoniti avevano fatto la loro prima apparizione alla sommità del permiano, questa grande famiglia di cefalopodi prende una notevole estensione, e circostanze consimili si ritrovano nell'America occidentale, e così pure nelle regioni artiche, mentre nell'Africa australe ed in Australia, il trias riprende una *facies* continentale analoga a quella dell'Europa ».

Questi diversi terreni dell'epoca secondaria si distinguono perfettamente gli uni dagli altri, sono di composizione affatto differente, e si formarono con migliaia di secoli d'intervallo. Si ha tuttavia pieno diritto di comprenderli in un medesimo periodo di formazione, inquantochè le piante e gli animali ch'essi racchiudono hanno lo stesso carattere negli strati superiori e negli inferiori. Nell'arenaria variegata, si trovano le stesse specie che nel muschelkalk e nel keuper, e un gran numero di esse lo si segue fino nel cretaceo. Durante tutto questo periodo, la superficie terrestre non si è radicalmente modificata, ma presenta differenze essenziali relativamente al periodo precedente.

Noi incontriamo innanzi tutto, ed in gran numero, le piante che già conosciamo, sotto le antiche forme e in ispecie nuove, e cioè le felci, le canne, i giunchi, le equisetacee, i licopodî. Ma, osservazione caratteristica! le grandi specie delle due ultime famiglie spariscono, si avvicinano molto alle piante attuali, od offrono almeno con esse talune analogie, nè più se ne distinguono che sotto il rapporto della dimensione.

La famiglia dei giunchi si manifesta abbondante, non più in strati considerevoli di materie vegetali carbonizzate (queste anzi mancano quasi affatto nella seconda fase della trasformazione della scorza terrestre, nei terreni secondarî), ma sotto forma di numerose impronte stanno occultate in potenti strati di arenaria.

Una famiglia di piante che, nelle epoche anteriori, e in ispecial modo durante la formazione carbonifera, si presenta in quattro specie, e ne conta oggidì quaranta, fa la sua apparizione nella formazione secondaria in quantità talmente straordinarie, che si può dire ch'essa ne è in qualche modo il tipo caratteristico; è la famiglia delle Cicadee. (La *Cycas revoluta* è ancor oggi uno dei più preziosi ornamenti delle nostre serre). Questa pianta si trova nel terreno triasico in venti, nel giurassico in trenta, e nel cretaceo in quindici specie differenti, e cioè in sessantacinque o venticinque più di quante ne comprende al giorno d'oggi. La figura 264 offre un'idea della forma generale dei vegetali di questa famiglia.

Questo gruppo di piante, prossimo alleato delle palme, e che rivela un'origine tropicale, dall'origine sua nel terreno carbonifero attraversa, elevandosi, tutti gli altri terreni (salvo il calcare conchiglifero, che non ne racchiude), e si moltiplica ad un tempo come genere e come individuo.

Ma esso prova, come le calamiti e le felci, che l'organizzazione dei vegetali, nei periodi successivi che hanno dovuto trascorrere per la formazione dei diversi terreni, ebbe a subire una metamorfosi parziale, benchè la natura sia rimasta fedele alla grande legge del suo sviluppo, e cioè che le forme imperfette si riproducono senza interruzioni e con rappresentanti sempre nuovi, fino a che la superficie terrestre conserva lo stesso carattere che, in origine, nella sua primitiva natura grossolana, escludeva gli organismi più perfetti.

È così che, fino all'ora attuale, si vedono, nei terreni che ad esse convengono, continuare le felci e le equisetacee; è così ancora che si può seguire la forma delle cicadee, che, in tutti i periodi della trasformazione della Terra, dagli strati secondarî fino all'epoca in cui noi viviamo, appaiono in tale abbondanza, da ritrovarsi ovunque le pietrificazioni dei loro frutti, del loro fogliame, e dell'intiera pianta.

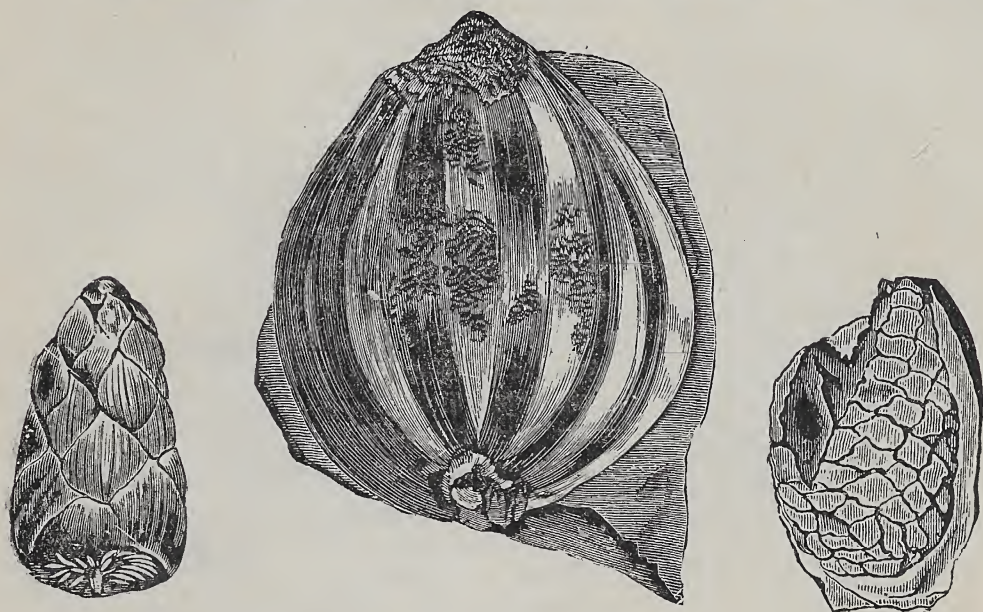



Fig. 265. — Frutti di cicadee pietrificati.

La figura 265 rappresenta diversi frutti di cicadee fossili, il principale dei quali offre l'aspetto di una noce di cocco. Queste cicadee raggiungevano un'altezza da dieci a dodici metri: le piante attuali di queste specie misurano raramente più di un metro. Oggidì le cycas arborescenti sono sostituite dalle forme analoghe, ma assai più belle, delle palme.

Una prova manifesta della modificazione del suolo si legge nei gruppi liasico e triasico. In essi noi incontriamo già alcune piante con fioritura,

e innanzi tutto le conifere, le cui foglie sono aciculate, e cioè cilindriche ed appuntate come aghi, e i cui frutti a forma conica, strobi, pinocchi, ecc., inspirano il nome dato alla specie. Nella catena di montagne che si stende fra Adersbach e Kudowa, vicinissimo al villaggio di Radowenz in Boemia, si scoperse, nel 1857, una foresta intiera in cui dominano questi alberi pietrificati. Nel terreno carbonifero, nei dintorni di Pilsen (Boemia), si misero in luce rami di otto metri di lunghezza sur un metro di diametro, ora in posizione d'adagiamento, ora ritti verticalmente, e pietrificati nell'ugual guisa; si suppone che siano le acque silicee che li abbiano così trasformati.

Fig. 266.
Ramo fossile d'araucaria.

Gli alberi di questa famiglia dinotano l'esistenza di un terreno secco e di un clima meno caldo; la Terra aveva dovuto perdere in parte il suo aspetto paludoso e insulare, e avea visto elevarsi alla sua superficie colline e montagne; la simultaneità dei frutti e dei tronchi completi delle conifere colle palme che richiedono umidità e calore, mentre le prime preferiscono un suolo secco ed una temperatura più fresca, ci conduce, dai poggi e dalle colline, alle montagne ove si trovano le conifere, anche nelle regioni tropicali.

Noi possiamo da ciò conchiudere che esistevano catene di montagne coperte da fitti boschi di conifere, e fors'anche altipiani frapposti nell'interno delle terre, mentre le cicadee, le felci, i licopodî, frammisti alle palme ed alle gigliacee, circondavano le rive di questi vasti terreni inferiori. La vita organica parrebbe essersi accumulata soprattutto nei burroni di queste colline boscose, poichè è principalmente nei bacini isolati che se ne rivengono i resti.

Fra le diverse specie di conifere, noi troviamo soprattutto in abbondanza le araucarie, con forme di una singolare bellezza. Noi ne raffiguriamo qui un ramo (fig. 266) quali se ne rinvengono di mutilati allo stato fossile. Allo stato vivente, le araucarie portano i loro rami disposti regolarmente a ruota intorno al tronco, nella forma verticillata, e costituiscono così un tipo di un'ammirabile eleganza.

Fra gli alberi caratteristici di queste foreste dell'epoca secondaria, ricordiamo altresì le *voltzia*, eleganti conifere d'un aspetto abbastanza strano (fig. 268) e gli *pterophyllum* dalle foglie disposte a scaglioni (figura 269), e così pure le *haidingera*, conifere assai diffuse durante il periodo conchiglifero, dai rami e dai fogliami chini verso terra, portanti

Fig. 267. — Paesaggio dell'epoca triasica (Periodo conchiglifero) Haidingera e foresta di Voltzia.

foglie sul genere di quelle delle dammara, e la cui imponente struttura doveva offrire un aspetto analogo a quello dei nostri cedri attuali. Si è tentato di rappresentare nel quadro (fig. 267) uno di quei paesaggi. Ma le ricchezze vegetali ammirate nei bei giorni dell'epoca carbonifera hanno fatto posto ad un'indigenza relativa; non vi è più traccia di quelle foreste profonde dagli alberi giganteschi, dalle infinite solitudini, dalle ombre impenetrabili. I vegetali hanno tinte più chiare: i terreni sono più mossi, la luce scorre su tappeti di verzura e penetra appena nelle radure dei boschi. I tipi del regno carbonifero sono scomparsi, ma le « angiosperme » e cioè le piante che comprendono esse sole i nove decimi della vegetazione attuale, non si sono ancora formate, fatta eccezione di talune « monocotiledoni ». La flora non comprende tuttora che « crittogame » e « gimnosperme », le prime rappresentate da felci, da asperelle, ecc., le seconde da cicadee e da conifere. Si osserva solo su tutto l'arcipelago marino, che esisteva allora al posto dell'Europa, che la vegetazione delle rive e dei bassi fondi differisce da quella delle colline e degli alti monti; stanno al basso le felci dalle fronde largamente sviluppate o delicatamente frastagliate, le equisetacee e le conifere primitive; in alto, sui terreni più elevati e più secchi, felci dalle frondi esili e coriacee, zamiti fra le cicadee, e conifere gigantesche che formavano la massa principale delle foreste nelle regioni montuose.

Le arenarie, che coronano ora la sommità delle catene secondarie dei Vosgi, sur uno spessore da cinquanta a sessanta metri, e che riposano su cinquecento metri di spessore di conglomerati — il tutto rappresentante il primo piano della formazione triasica — sono riempite di piante terrestri attestanti che le foreste di quell'epoca erano ancora occupate da felci alboree, ma con una grande abbondanza di cicadee e di conifere affini ai nostri cipressi attuali. I cipressi che non subiscono l'influenza delle stagioni e che il culto dei morti ha prescelto per mettere a riparo le tombe sotto una permanente, ma cupa verzura, i pini dai rami patenti, questi alberi monotoni e severi, sono gli alberi più antichi che esistano ai giorni nostri, inquantochè le felci e le asparelle dell'epoca primaria non hanno più oggidì che rappresentanti erbacei. Noi siamo ancora lungi dagli alberi producenti frutti — anche silvestri. Queste arenarie vosgiane del periodo triasico racchiudono altresì equiseti prossimi alle nostre asperelle attuali, vegetali delle paludi e degli stagni in cui sono depositate le sabbie dell'arenaria variegata.

Il terzo piano — il più recente — della serie triasica, quello delle marne iridate, è talvolta designato col nome di *saliferiano* perchè vi si rinviene molto gesso e salgemma depositato in ammassi spesso ragguardevoli. In Lorena, in Svezia, nel Würtemberg, in Franconia, in Svizzera, questi strati di salgemma costituiscono in taluni punti miniere assai compatte e ricchissime. A Dieuze (Lorena) non si annoverano meno di tredici strati

sovrapposti sur uno spessore di cinquanta metri. Questi depositi saliferi triasici si prolungano nel Giura, ove alimentano le numerose sorgenti salate di quella regione, in ispecial modo a Lons-le-Saulnier, che deve ad esse il proprio nome. Nel celebre giacimento salifero di Stassfurt, la potenza del salgemma, misto a solfato di magnesia ed a cloruro di potassio, raggiunge i centosettanta metri di spessore. Questa stessa massa si prolunga fino al di sotto di Berlino ove si ebbe a constatare uno strato di sale di

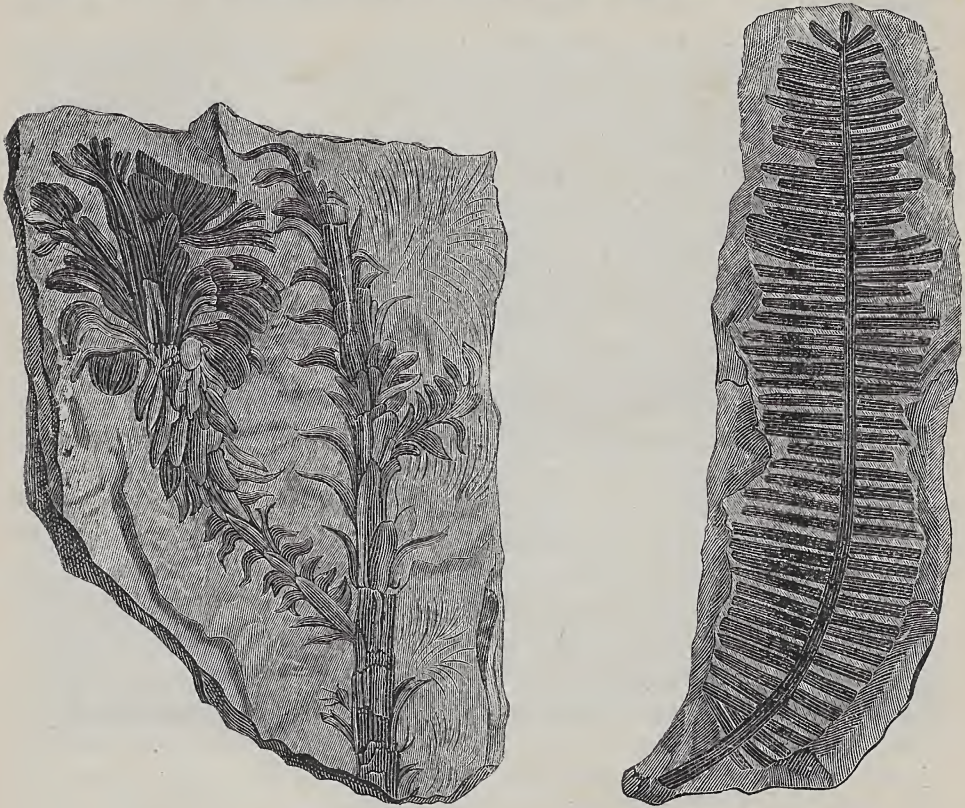



Fig. 268 e 269. — I vegetali del periodo triasico. Voltzia heterophilla e Pterophillum Jægeri.

1550 metri di spessore, ma con una profondità di soli novanta metri al di sotto della superficie del suolo.

L'assenza quasi totale dei fossili marini nei depositi argillosi che terminano il trias, la frequenza delle piante terrestri, l'abbondanza del gesso e del sale, scrive il signor Velain, ne dimostrano che le parti centrali dell'Europa, ove queste marne iridate sono assai estese, erano allora coperte da acque poco profonde, il cui grado di salsedine era tale da non potere aver vita in quelle acque alcun essere. Il Mare Morto, i grandi la-

ghi salati d'Asia e d'Africa, in parte ricoperti da una crosta di sale, ci danno un esempio di ciò che doveva essere l'Europa settentrionale in quell'epoca. Le grandi masse d'acqua oceaniche s'erano allora ritirate nelle parti meridionali; esse occupavano la regione delle Alpi. Se ne ha la prova nel fatto che già, avvicinandosi, in Francia, all'altipiano centrale, si constata che il calcare marino della divisione media, non s'è esteso fin là, e che le marne iridate riposano direttamente sulle arenarie variegate. Lo si ritrova inoltre più in basso nel dipartimento delle Basse Alpi, nell'Hérault, nel Varo, nei dintorni di Tolone; di là si può tenergli dietro su tutto il perimetro delle Alpi, ove prende un gran sviluppo. In questa regione il trias, tutto quanto, è rappresentato unicamente da depositi marini, da grandi ammassi di calcari compatti, spesso marmorei, che racchiudono allora un numero ragguardevole di fossili. È là, in quelle assise calcaree estendentisi per migliaia di metri in potenza, che si può giudicare con esattezza della fauna marina triasica.

I giacimenti del terreno saliferiano più notevoli in Francia sono quelli della Meurthe, della Mosella, del Giura (Poligny e Salin), del Doubs, dell'Indre, del Cher, dell'Allier, della Nièvre, della Saona e Loira, dell'Alta Saona, dell'Alta Marna e dei Vosgi.

Ognuno sa che il sale è uno dei minerali più importanti. Allo stato di salgemma, esso forma intieri giacimenti, e si rinviene in grande quantità nell'interno dei terreni dell'epoca secondaria. In Transilvania vi sono montagne saline che hanno molte leghe di lunghezza, e presentano pareti a perpendicolo di molte centinaia di piedi d'elevazione formate completamente di salgemma. A Cardona, sul versante meridionale de' Pirenei, si vede un giacimento di sale la cui massa al di sopra del suolo si eleva ad un'altezza di quasi cento metri. Questi depositi sono talmente lacerati e sminuzzati dalle pioggie, che colle loro piramidi, colle loro cime cornute, colle loro aguglie, coi loro abissi, si crederebbe aver sott'occhi un ghiacciaio; e la produzione del sale vi è talmente abbondante che questa miniera passa per inesauribile benchè la si scavi da secoli (ne è fatta menzione fino dall'anno 113). Si ammira colà una montagna di sale di più centinaia di metri d'altezza. Le catene saline al sud e al nord dell'Himalaya presentano ammassi di sale ancor più considerevoli. A Kallabaugh, la strada, sur un lungo percorso, è tagliata in roccie di sale dell'elevazione di trenta metri. Ma queste masse gigantesche sono un nonnulla, paragonate alle montagne di sale che circondano il lago di Titicaca, nelle Ande peruviane: quel lago ha la lunghezza di trecentocinquanta chilometri.

Dissolvendosi il sale facilmente nell'acqua, la vicinanza delle montagne saline offre spesso laghi d'acqua salata. Anche l'acqua del mare è salata benchè i fiumi vi conducano costantemente acqua dolce. Il sale marino proviene dalla combinazione del sodio e del cloro, elementi che sembrano appartenere in proprio alla costituzione dell'acqua primitiva.

Dovunque l'acqua del mare si evapora, il sale si deposita, in un gran numero di spiaggie, esso è raccolto mediante evaporazione. Noi non sappiamo se tutti i depositi di sale abbiano avuto siffatta origine, o se certi strati si sieno prodotti nella scorza del globo mediante altri fenomeni; ma moltissimi giacimenti, per esempio quelli della Svizzera, sono spiegati per mezzo dell'evaporazione del mare. I molluschi trovati nelle roccie calcaree che circondano questi giacimenti di sale, provano ch'essi devono l'origine loro a depositi marini.

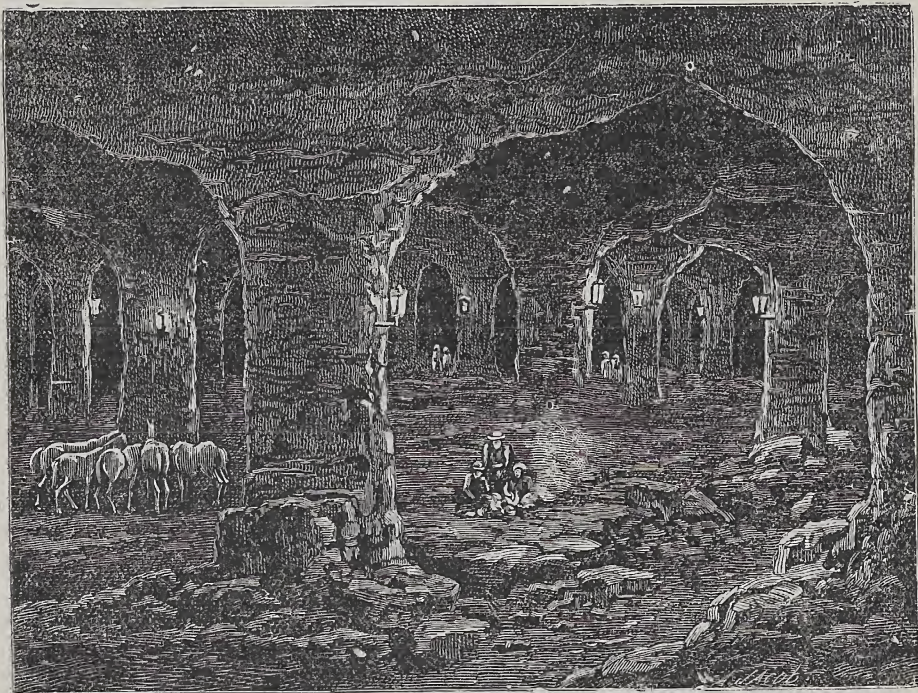



Fig. 270. — La formazione triasica. — Miniere di sale di Wieliczka in Polonia.

Allorchè si penetra in una miniera di sale, si rimane sempre meravigliati dall'aspetto fantastico di quelle grotte sotterranee. Qua e là le gallerie si allargano in grandi camere o caverne: il loro centro è talvolta occupato da un piccolo stagno; le loro pareti e le vòlte scintillano di miriadi di luccicanti cristalli di sale. Queste « camere saline » sono indubbiamente una delle curiosità più notevoli di siffatte formazioni, e producono un effetto singolare allorchè le si visitano al lume delle fiaccole (1).

(1) Fra le miniere di sale più notevoli del mondo intero, dobbiamo menzionare quelle di Wieliczka, presso Cracovia, in Polonia, al piede dei Carpazii (fig. 270). Esse non misurano meno di tremila metri di lunghezza dal nord al sud, e mille e duecento metri di larghezza

I giacimenti tedeschi presentano una mirabile analogia di conformazione con quelli della Svizzera settentrionale; si può concluderne che essi sono stati depositati nella stessa epoca e nell'egual modo. Il sale del Würtemberg, i cui strati raggiungono dai dieci ai venti metri di altezza, è dell'egual natura del sale marino.

Tuttavia il mare non è forse la sola causa di queste curiose roccie di sale. « A Dieuze, fa osservare il signor di Lapparent, questo minerale offre cavità con bolle mobili; esso è mescolato di argilla bituminosa, di solfati di calce e di soda, e di un po' di solfato di magnesia, ma non contiene nè cloruro di magnesio, nè traccia di jodio o di bromo. Così Elia di Beaumont ha fatto risaltare come apparisse poco probabile che questo sale fosse il risultato di una evaporazione naturale sopraggiunta in lagune marine; e indicò all'opposto l'analogia che presentano questi giacimenti con certi prodotti immediatamente derivati dall'attività eruttiva. Ora, strati di marne e argille, con gesso e anidride, separano gli strati di sale. Il gesso forma ammassi più numerosi, ma più esigui di quelli del salgemma, e ognuno d'essi si appalesa colla forma di un grosso ammasso globulare, intorno al quale le marne incessanti sono rilevate a volta e talora riversate. Questo rigonfiamento ha la sua spiegazione, quando si ammetta che il gesso sia dovuto ad una epigenesi di calcare mediante emanazioni solfuree. »

All'epoca della formazione del sale, si ebbero numerose fluttuazioni marine, e il fatto che si rinvengono strati di muschelkalk al di sopra dei giacimenti salini indica che, dopo l'evaporazione dell'acqua e la formazione dei banchi di sale, il mare è ritornato sulle plaghe disseccate, e vi ha depositato questo calcare e argille diverse. Gli animali contenuti nel muschelkalk ci forniscono alcune nozioni sull'epoca della formazione degli strati salini. Essi ne insegnano parimente a conoscere la fauna marina di quei tempi remoti.

Nelle saline svizzere, Osvaldo Heer ha trovato importanti esemplari della fauna di quell'epoca, e in special modo un gambero marino con

---

dall'est all'ovest, ad una profondità di quattrocento metri al di sotto della superficie del suolo. È una successione di vasti sotterranei, una città immensa colle sue strade, le sue corsìe, le sue piazze pubbliche, le sue capanne pei minatori e le loro famiglie; alcune centinaia di essi vi son nati e vi terminano la loro esistenza. Vi sono cappelle per il servizio del culto, e talune gallerie sono più alte e più larghe di chiese. Un gran numero di lanterne rimangono costantemente accese, e la loro fiamma riflessa da ogni parte lungo i muri di sale, le fa apparire talora chiare e risplendenti come il cristallo, talora scintillanti dei più vaghi colori. Vi si trova un lago che i visitatori non omettono mai di percorrere in barca. La luce vacillante delle fiaccole, la navicella guizzante in silenzio sulle acque, i colpi di zappa reiterati, le esplosioni della polvere che fa saltare in aria blocchi interi di sale, risvegliano allora nell'animo l'idea di un mondo infernale, e lo invadono di una specie di terror religioso.

La quantità di sale che si è estratta da queste miniere dopo la loro scoperta, verso la metà del XIII secolo, può valutarsi a più di seicento milioni di quintali.

Le miniere di sale della Svizzera non forniscono meno di 500 000 quintali per anno.

lunga coda e corazza con escrescenze tubercolose, alcune stelle di mare, ed encrini o gigli di mare. Sulle rive della Reuss, le roccie sono piene di encrini. Questi animali vivevano in colonie, scrive il dotto naturalista svizzero, e doveva essere un curioso spettacolo un banco di roccie abitato da famiglie intiere di gigli di mare, coi loro peduncoli esili ed allungati, allargantisi alla sommità a guisa di tulipani, e dalla cui cupoletta terminale, finemente scolpita, uscivano i tentacoli a guisa d'un fascio di cigli slegati.

Mentre viveva questo genere completamente estraneo alla nostra fauna attuale, apparivano altresì numerosi molluschi. Essi si avvicinavano assai più alle specie attualmente viventi, e molti appartenevano ai generi ancor oggi esistenti. Fra queste specie, si distingue la *lima lineata*, riconoscibile alle sue due grandi valve in forma di corne e profondamente striate, un pettine piatto e lucido, ed un'avicula assai dilatata. Le univalve non sono rare, e la maggior parte appartiene a generi che vivono ancora; così il turbo, molte specie di trochi e di natiche, ed un bel nautilio, di cui si sono spesso trovati esemplari di grandi dimensioni che misurano fino un piede di diametro

L'ammonite a corna (*ceratites nodosus*) è il primo rappresentante della famiglia delle ammoniti attualmente estinta. Le ammoniti ed i nautili appartengono al gruppo dei cefalopodi che occupano il primo rango nella classe dei molluschi e si fanno notare per la costruzione concamerale delle loro conchiglie. Questi numerosi molluschi servivano di nutrimento ai pesci ed agli anfibî le cui specie diverse popolavano il mare.

La fauna terrestre era povera all'epoca delle marne keuperiane. Heer ha fatto ricerca invano di insetti negli strati elvetici; le argille schistose hanno fornito due specie di coleotteri. Vicino a Richen, nell'arenaria variegata, si sono trovate grandi impronte di scaglie provenienti da un gigantesco labirintodonte, e lo scheletro di un piccolo saurio affine alle salamandre. A Rheinfelden si è scoperta una specie di coccodrillo, lo *sclerosaurus armatus*, e apparvero alcune scaglie della testa del gran mastodonsauro. Numerosi saurî si rinvennero nel keuper del Würtemberg; il più comune è il *belodon Plieningeri* che assomigliava molto al caviale dell'America tropicale: è la stessa mascella lunga, stretta e armata di grandi denti. Gressey ha messo in luce, a Liestal, grandi ossa cave che appartennero senza dubbio ad una specie di teratosauro d'una statura enorme.

È probabile che il mare triasico abbia invaso tutta la regione della Svizzera occupata al giorno d'oggi dalla molassa; tuttavia i suoi depositi non furono ancora riconosciuti, nella Svizzera centrale, che nella catena dello Stockhorn. Si rinvengono banchi di calcare e di arenaria variegata allo Spietzfluh sulle rive del lago di Thun; essi racchiudono numerose pietrificazioni, e formano il limite del trias. Appartengono al giacimento retico.

I depositi del mare triasico assumono maggior importanza alla frontiera sud-est della Svizzera e nelle località della Savoia che le sono prossime. Un filone di gesso e di calce carbonata va da Bex a Morillon, in Savoia, e a Villeneuve; più lontano, da Meillerie sulla spiaggia del lago di Ginevra, e sulle rive della Dranse, al di sopra di Thonon, si incontrano i giacimenti del piano retico che, nella direzione sud, possono essere seguiti fino all'Arve; si acquista così la prova della presenza del mare triasico nella Savoia mediante l'esistenza di molti strati di quell'epoca che attraversano quel paese.

È ad osservarsi altresì che una lunga fascia di roccie triasiche parte dal Tirolo e dal Vorarlberg, da Vadutz e da Triesen, e finisce al Reno, senza toccare la Svizzera; essa s'estende al nord e all'est sulle montagne che servono quale frontiera del Prättigau (a tremila metri al di sopra del mare: *Scesaplana*). Di là, le roccie triasiche si estendono sul paese di Davos fino a Oberhalbstein sull'Albula fino nell'Engadina, ove esse ricominciano a Ponte per continuare fino a Sulsana, e di là all'est, fino a Scarlthal e Münsterthal. Le montagne calcaree che occupano il lato destro della valle dell'Engadina, da Ponte fino a Remus, appartengono esse pure a questa formazione.

Questa regione non era dunque sommersa durante l'epoca keuperiana, mentre il mare ricopriva il resto delle Alpi ove si depositava la formazione triasica, come lo provano i bactrilli, le alghe e le conchiglie marine ch'esse racchiudono. Questi resti appartengono, sia al muschelkalk, sia al keuper, e secondo la natura delle roccie e la loro composizione organica, permettono di riconoscere molti piani di deposito.

Si sono trovati in queste roccie i resti di cinquantacinque specie d'animali marini che non lasciano alcun dubbio sull'origine loro: vi si nota non solo l'*encrinus liliiformis*, l'*halobia lommelii*, sì finemente striata, e l'*halobia obliqua*, ma molte *chemnitzia*, l'*ammonite luganensis* e *scaphitiformis*, ecc.; vi si trovano ancora altri molluschi e conchiglie che caratterizzano il trias e provano che la fauna triasica era sparsa sotto le stesse forme in Germania, in Svizzera ed in Italia.

Si è visto più sopra che una delle più importanti produzioni del trias è stato il sale; il gesso è pure in gran parte di formazione triasica. Lo si trova fra il muschelkalk e il keuper; per esempio a Basilea-Campagna, nel Giura argoviano di Staffelegg, a Habsburg, a Nierderweningen, Baden, Mulligen, Birmensdorf, Gebensdorf, Münsterthal, per la sola Svizzera. Questi gessi formano qua e là solfati di soda e di magnesia, e i sali, disciolti nell'acqua, forniscono acque minerali purgative. « Queste acque, scrive Osvaldo Heer, sono per la loro natura, un oggetto di commercio; vi sono, del resto, altre sorgenti minerali ricchissime che provengono dalla formazione triasica, e per esempio le acque stimate di Baden, che, scaturendo da una grandissima profondità, hanno con verosimiglianza

origine dalla formazione keuperiana. L'acqua sulfurea di Schinznach e l'acqua jodata di Wildegg traggono probabilmente la sorgente loro dai gessi del trias. L'epoca triasica ci ha dunque lasciato grandi ricchezze; i suoi terreni racchiudono sale e gesso, e le sue acque minerali ricevettero diverse utili applicazioni fisiologiche. Il trias fornisce inoltre ricchi materiali di costruzione, e, mediante la sua stessa decomposizione, sotto forma di marne, un ingrasso pregiato, le località keuperiane si distinguono per le loro grasse praterie, pei loro campi fertili, e le loro vigne produttive; ovunque il trias assicura il benessere delle popolazioni.

« La dolomia sola fa eccezione: allorchè le pioggie hanno decomposto

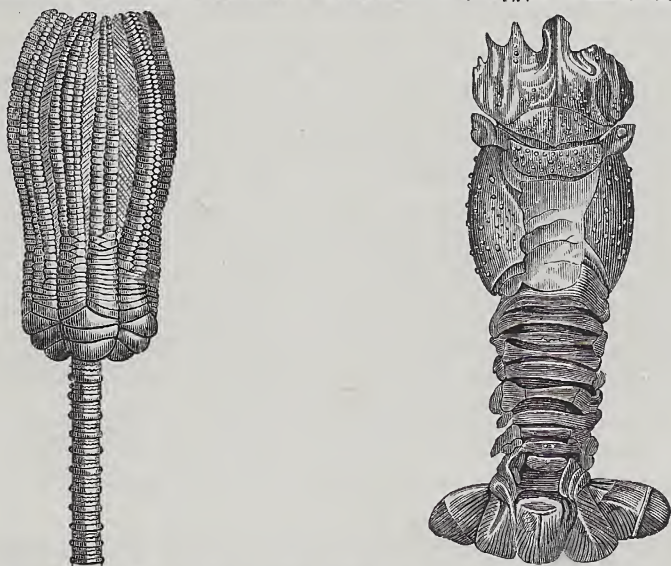



Fig. 271. — Echinodermi del periodo triasico. Crinoidi: encrino in forma di giglio.

Fig. 272. — Crostacei del periodo triasico. Pemphix seuerii.

questa roccia, non rimane che una sabbia permeabile all'acqua e sterile. Ove il terreno è esclusivamente formato di dolomia, come nelle montagne calcaree del Vorarlberg e nelle vallate laterali dell'Engadina, la vegetazione è poverissima, gli alberi e gli arbusti sono miseri, i prati ed i pascoli non appaiono coperti che da un'erba diradata, e le altre regioni si presentano completamente aride. Noi abbiamo in Svizzera alcune località dolomitiche (come la valle di Mora che conduce da San Giacomo alla Münsterthalalp) ove la vegetazione difetta in modo assoluto, e dal basso della valle fino alla sommità dirupata delle montagne, queste non offrono che lo spettacolo ripugnante della desolazione e della morte (1). »

(1) Osvaldo Heer. *Il mondo primitivo della Svizzera.*

Nel Giura saliferiano, il keuper si compone di tre assise: quella in basso è salifera, e di uno spessore di cento metri; quella di mezzo che è gessifera, misura cinquanta metri; infine l'assise superiore, con schisti e calcari contenenti cypricardia, posidonia, avicula, ecc., mostra uno spessore di una trentina di metri. È nell'assisa salifera che si incontrano i cristalli di gesso e di polyhalite, che mancano invece nell'assise gessifera. Il gesso dell'assise media è stratificato assai regolarmente; il signor Marcou attribuisce la sua formazione, e così quella del salgemma, a sorgenti che si sarebbero fatto strada nel mare keuperiano.

Nei dintorni di Autun e di Châlon-sur-Saône, la base del trias è formata da una possente assisa di arcosi, talora mobile, talora, come a Coudre, sul limitare della foresta di Planoise, impregnata di silice al punto d'essere come vetrificata e fusa. Quest'assisa, utilizzata dalle vetrerie quando è mobile, contiene, a Laives, impronte di labirintodonti. Il muschelkalk parrebbe rappresentato da uno strato di otto a dieci metri di arenarie marnose e di marne verdi con calcare dolomitico. Infine il keuper è ben sviluppato verso Couches-les-Mines, sotto la forma di marne iridescenti, con rognoni di calcare saccaroide e di gesso. Quest'ultimo viene escavato nella valle della Dheune, e la presenza del sale in questo piano è indicata dalla sorgente salata di Santenay.

Nell'Auxois, il deposito del keuper, formato d'argille iridate alternantisi con arcosi, è stato contrassegnato da espandimenti silicei, di natura calcedoniosa, che formano in mezzo alle argille ed alle arenarie zone assai estese, e ammassi lenticolari allungati o enormi masse irregolarmente distribuite.

Allo stato di arenarie rosse o di marne, il trias affiora in una maniera più o meno discontinua, sull'orlo dell'altipiano centrale della Francia. Se ne trovano vestigia in vicinanza di Alais, fra il sistema permo-carbonifero ed il lias, nel golfo dell'Aveyron, intorno a Saint-Affrique, a Rodez e ad Espalion, poi fra Sant'Antonio e Villefranche-d'Aveyron. Dopo di che, per rivederlo, bisogna seguire il limite settentrionale dell'altipiano, nel Berri, ove la composizione del sistema è la stessa che nel territorio della Nièvre.

In Provenza, gli ammassi antichi delle Mauri e dell'Esterel servono, nella parte meridionale, d'appoggio ad una fascia triasica, che ne è separata dalle arenarie rosse permiane. Questa fascia si estende da Tolone ad Antibo, e vi si riconoscono le tre divisioni abituali del trias lorenese (1).

Nel Gard, trenta metri di schisti e di arcosi metallifere sopportano quindici metri di un calcare magnesifero con minerali di ferro piritoso e galena, che coronano centoquindici metri di arenarie e di marne gessifere iridate, con calcare cavernoso.

(1) De Lapparent. *Trattato di Geologia.*

Presso Lodève, a Fozières, si incontrano impronte d'un labirintodonte in un'arenaria che gli autori ascrivono all'arenaria variegata.

Il trias delle Corbières ha, secondo il signor Magnan, una potenza da 500 a 600 metri. L'arenaria variegata vi esiste sotto la forma di arenarie o conglomerati di colori diversi. Questo stesso terreno affiora in diversi punti della regione dei Pirenei, e in ispecial modo al sud di Bajona.

All'estremità opposta della Francia, la regione delle Ardenne parrebbe aver formato, nell'epoca triasica, un paese continentale e assai mosso, ove gli agenti d'erosione trascinavano nei laghi interiori blocchi, ciottoli appiattiti, sabbia ed argilla. Solo alcuni resti di questi depositi giunsero fino a noi, quasi tutti notevoli pel loro color rosso. Sono quelli dell'alta valle della Semoïs e dei dintorni di Malmedy. Il deposito tutto quanto, disposto a strati orizzontali e debolmente inclinati, misura centocinquanta metri di spessore e forma, sulle rive della Warge, ameni pendii che rassomigliano alle alluvioni di un fiume.

Le circostanze continentali che, nelle Ardenne, hanno caratterizzato il periodo triasico, possono essere considerate applicabili a tutto il nord della Francia. La distruzione dei terreni più antichi vi ha dato origine a conglomerati di cui si osservano alcuni affioramenti nell'Artois. Tale è la puddinga a cemento rossastro ed a ciottoli appiattiti calcarei, accompagnata da arenarie e da argille rosse o gialle che nel passo di Calais, a Fléchin, Febvin, Audincthun, riposa in discordanza sugli affioramenti sporadici del sistema devoniano.

Vicino a Douai, alcuni pozzi scavati per le ricerche del carbon fossile, hanno incontrato un conglomerato formato di frammenti assai grossi di calcare compatto, di dolomia carbonifera e di psammiti del condros, impastati in una massa argillosa. Questo deposito ha l'aspetto di un ammasso di blocchi franati.

Più a sud-ovest, i depositi giuresi e cretacei del bacino di Parigi impediscono di vedere checchessia, e il trias non appare più che sulle rive di Cotentin, ove è formato da ghiaie, da puddinghe, da sabbie, da arenarie e da marne rosse, il cui spessore non parrebbe oltrepassare i sessanta metri. Questo complesso di terreni è la continuazione dei depositi triasici del Somerset e del Devonshire, e parrebbe corrispondere solamente alla parte superiore del piano keuperiano.

Così, si può supporre che all'epoca triasica, tutto il bacino di Parigi (a cui si aggiungeva l'Inghilterra) formasse una regione di grandi laghi che andava a finire in un mare, la cui riva occidentale, allorchè avvenne il deposito dei sedimenti franconiani, si estendeva dal Lussemburgo ad Autun (De Lapparent) (1).

---

(1) Sul versante occidentale delle grandi masse cristalline dell'Oisans, il sistema triasico generalmente assai esiguo, si compone di gesso, di anidride, di dolomia e di sal gemma, con arenaria e schisti argillosi variegati. Ma dall'altro lato della catena di Belledonne, questo si-

Nella gran massa delle Alpi occidentali, il trias assume una facies speciale, che l'allontana sensibilmente dal tipo franconiano o vosgiano.

Per completare questo schizzo della fisonomia generale della formazione triasica, noi aggiungeremo ancora, coll'eminente geologo francese, che è nel nord-ovest dell'Inghilterra che il trias raggiunge la sua maggior potenza (1500 metri). Si osservano parimenti colà i più grossi ciottoli, fra i quali abbonda il quarzo. È dunque verso il nord od il nord-ovest che parrebbe doversi cercare il continente che ha fornito i materiali dei conglomerati triasici. Il trias inglese riposa d'altronde indifferentemente sul permiano, sul carbonifero e perfino sul cambriano; oltre a ciò, le marne iridate oltrepassano spesso i confini delle assise inferiori.

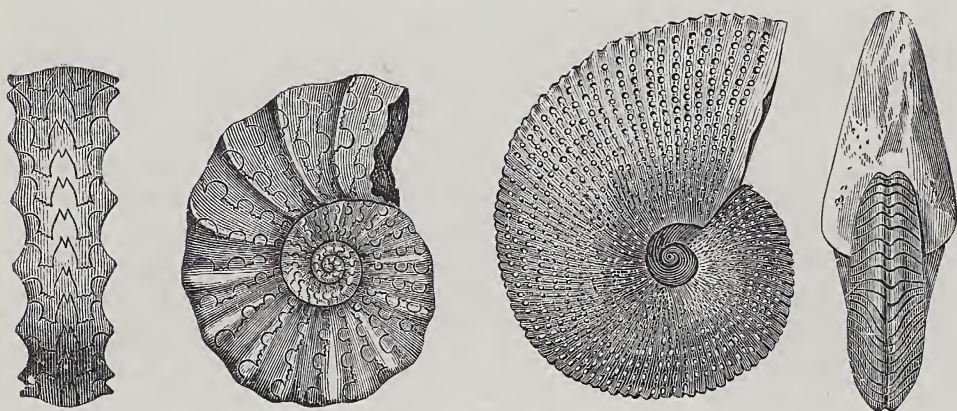
Nelle contee del centro, lo spessore del sistema è di 950 metri. Non v'è

Ceratite nodosus. Ammonite Aon.

Fig. 273-274. — Ammoniti del periodo triasico.

d'altra parte alcuna seria discordanza di stratificazione fra gli elementi che lo compongono, in maniera ch'è razionale l'ammettere che il piano franconiano vi trovi la sua rappresentazione. Del resto, la disparizione della facies calcare nel piano franconiano si dimostra progressiva a misura che ci allontaniamo dalla Lorena.

È nel conglomerato dolomitico, spesso da sei a quindici metri, che si

---

stema acquista ad un tratto uno spessore ragguardevole. Le arenarie variegate divengono abbastanza dure da essere state a torto qualificate come quarziti. Il tunnel di Modane le attraversa sur un percorso di trecento metri. Al di sopra vengono calcari magnesiferi con taluni fossili, rappresentanti atrofizzati del muschelkalk; il tutto infine è coronato da potenti depositi di gesso e d'anidride, spesso impregnati di sale (Moutiers, Borgo Saint-Maurice).

Invece di essere intercalati fra le argille, i gessi si trovano fra schisti grigi lucenti, riempiti di mica: questa fascia di schisti, che forma il bacino di Queyras e le valli della Terentasia, prosegue in Piemonte e nei Grigioni. Il suo spessore da Bardonecchia a Modane, oltrepassa i 4000 metri. Un fatto geologico notevole in modo particolare, si è l'immenso aumento di spessore del trias allorchè si è superata la linea degli ammassi cristallini che vanno dalle Alpi marittime alle Alpi bernesi attraverso il monte Bianco e l'Oisans. Si può concludere che il trias di questa parte delle Alpi si è depositato in stretti incassati, sottoposti ad un fenomeno di continuato affondamento.

scopersero le ossa dei thecodontosaurî antichi, dei palœosaurî *cylindrodon* e *platyodon*, con denti di *ceratodus*. L'arenaria del keuper contiene ossa e impronte dei passi dei labirintodonti, e così pure un pesce, il *dysteronotus cyphus*. Il salgemma si presenta nel piano in masse lenticolari rossastre che raggiungono fino sessanta metri di spessore.

Sulla costa meridionale di Devonshire, a Budleig Salterton, il conglomerato triasico è formato di ciottoli appiattiti, di quarziti siluriane e devo-

Fig. 275. — Le ammoniti dei mari triasici.

niane che paiono essere strappate a roccie primarie, il cui affioramento sarebbe attualmente ricoperto e celato dalle acque della Manica.

Si può notare inoltre che nell'America del Nord il trias affiora in tre distinte regioni: quella delle Aplache, quella delle Montagne Rocciose, ove offre un tipo analogo alla facies arenacea dell'Europa settentrionale, e la regione del Pacifico, ove i suoi caratteri sono quelli dei depositi alpini. Il trias delle Aplache forma fascie strette, ma prolungantisi sopratutto nel Connecticut, con caratteri uniformi sopra vaste estensioni. È un'arenaria d'un rosso bruno, che si mostra talvolta allo stato di una

vera arena granitica, con schisti e conglomerati, ed una potenza di almeno 1000 metri. Vi si scorgono numerose traccie dell'urto delle onde, e così pure impronte di goccie di pioggia.

Le traccie dei labirintodonti abbondano nel Connecticut, ove si contano più di 12.000 impronte. I geologi americani hanno parimenti segnalato in questo piano un piccolo mammifero didelfo, il *dromatherium sylvestre*, che sarebbe il più antico rappresentante conosciuto di questa classe. All' est delle Montagne Rocciose, il trias è costituito da arenarie rosse, da marne iridate gessifere, e da talune assise magnesifere. Il suo spessore varia fra i 600 ed i 1800 metri (1).

Da questo quadro sintetico, noi vediamo che la formazione triasica occupa un posto importante nei terreni di sedimento, e segna una fase che ha un alto significato nella storia della trasformazione delle specie. Inaugurando l'epoca secondaria, essa apporta nel mondo nuovi elementi biologici, e qui, come nella lunga serie delle età primarie, l'osservatore della natura può constatare un parallelismo costante fra lo sviluppo logico della vita, quale noi lo abbiamo definito più sopra (Libro II, capitolo 3.°), e le scoperte paleontologiche fatte nella successione dei terreni.

Il regno animale si sviluppa nelle sue diramazioni superiori lentamente e gradatamente. Un gran numero della specie d'invertebrati (zoofiti, molluschi, ed anellidi) che noi abbiamo appreso a conoscere, sono scomparsi dalla scena del mondo per far posto a nuovi esseri.

Si osserva, tra i zoofiti, che il numero ristretto dei generi di crinoidi è in qualche modo compensato dall'abbondanza straordinaria degli individui dell'*encrinus liliiformis* (fig. 271) le cui parti articolari riempiono assise assai compatte ed estesissime nel calcare conchigliaceo del trias normale. È uno dei fossili più caratteristici di questi terreni. Noi abbiamo già stretto conoscenza con questi esseri, studiando le origini delle specie all'epoca siluriana (pag. 205). Questo tipo è in decadenza. Altre specie sono completamente scomparse. Le famose trilobiti, in particolar modo, sono sparite per sempre. A titolo di rivincita, le *ammoniti*, nate durante i secoli permiani, prendono una rapida estensione. Le ammoniti erano molluschi cefalopodi, le cui conchiglie spirali offrono le più grandi varietà come dimensioni e come disegno. Esse hanno regnato durante tutta l'epoca secondaria, e poi sono scomparse. Nei tempi triasici dominavano le *ammoniti Aon*, le *ceratiti nodose* (fig. 273-274). Senza dubbio, avevano esse avuto per antenati i nautilidi che noi abbiamo incontrato durante il periodo devoniano (pag. 334, fig. 191), o qualche mollusco più antico ancora da cui i nautilidi, come le ammoniti, sarebbero discesi. Nei tempi triasici, i nautilidi sono in decadenza; si ritrovano ancora *ortoceratiti* e *goniatiti*.

(1) A. De Lapparent. *Trattato di Geologia*.

Le ammoniti (fig. 275) sono conosciute da molto tempo dai geologi, e l'antichità stessa aveva indovinato, mediante l'ispezione delle conchiglie fossili, le antiche metamorfosi della terra e dei mari. Il loro nome viene dalla rassomiglianza delle loro spire colle corna di montone che accompagnano la figura simbolica sotto cui Giove Ammone era rappresentato. È in ispecial modo durante i tempi giurassici che le ammoniti assumeranno la loro maggior estensione. Alla fine del periodo, se ne trovano che raggiungono le dimensioni delle ruote di carrozza!

I branchiopodi si diversificano come i cefalopodi. Agli spiriferi del devoniano (pag. 332), ai *productus* del carbonifero (pag. 253) si aggiungono ora terebratule e rinconelle, che noi troveremo più specialmente caratteristiche dei mari giurassici. Tutte queste conchiglie si rinvengono oggidì nel secondo piano della formazione triasica, nel piano conchigliaceo essenzialmente marino.

Gli acefali manifestano ancora un progresso più sviluppato, e noi possiamo dire altrettanto dei gasteropodi; oramai queste due classi primeggiano su tutte le altre nella divisione dei molluschi. — Vi si deve apportare un'attenzione tanto più grande inquantochè, in conclusione, sono soprattutto le conchiglie di queste differenti specie di molluschi che caratterizzano i terreni, essendo queste conchiglie numerosissime, assai sparse, d'ordinario integralmente conservate, mentre le ossa dei grandi animali sono rare, e più o meno guaste o danneggiate. — La famiglia delle *ostree* (ostriche) (fig. 272) fa la sua comparizione in compagnia di numerosi acefali dei generi *pecten*, *posidonia*, *cardita*, *lima*, *myophoria*, ecc. Apparse durante il periodo triasico, all'origine stessa dei tempi secondarî, le ostriche vivranno di età in età, e diverranno contemporanee dell'umanità. Esse continueranno perfino una delle prime risorse della sua alimentazione sulle rive del mare.

Nella classe degli articolati, i crostacei danno vita all'ordine dei decapodi, fra i quali si può osservare la famiglia dei macruri, alcuni dei quali, i *pemphix* (fig. 272) caratterizzano i depositi del trias. Si sono trovate corazze intiere di gamberi assai ben conservate. La maggior differenza, in confronto dei nostri gamberi attuali, consiste nella loro forza. Le chele, provviste di denti acuti (fig. 278) fornivano loro i mezzi di difesa che tornavano ad essi indispensabili contro i mostri voraci che infestavano le acque.

I pesci sembrano stazionarî. « La forma ittiologica non è punto in progresso. Quasi assolutamente particolari al trias normale, i pesci appartengono, come precedentemente, alle sottoclassi dei placoidi e dei ganoidi. Fra questi ultimi non si riconoscono altro che romboidi ». (Contejean). — I pesci sono ganoidi aventi coda meno dissimetrica e la colonna vertebrale più completamente ossificata di quella dei ganoidi paleozoici. Con essi si mostrano alcuni rappresentanti del gruppo attuale

dei dipnoi, curiosi per la costituzione delle loro natatoie, che preannunciano le membra dei cetacei, e provvisti, oltre alle branchie, di polmoni che permettono loro di vivere nel fango disseccato; è di questo numero

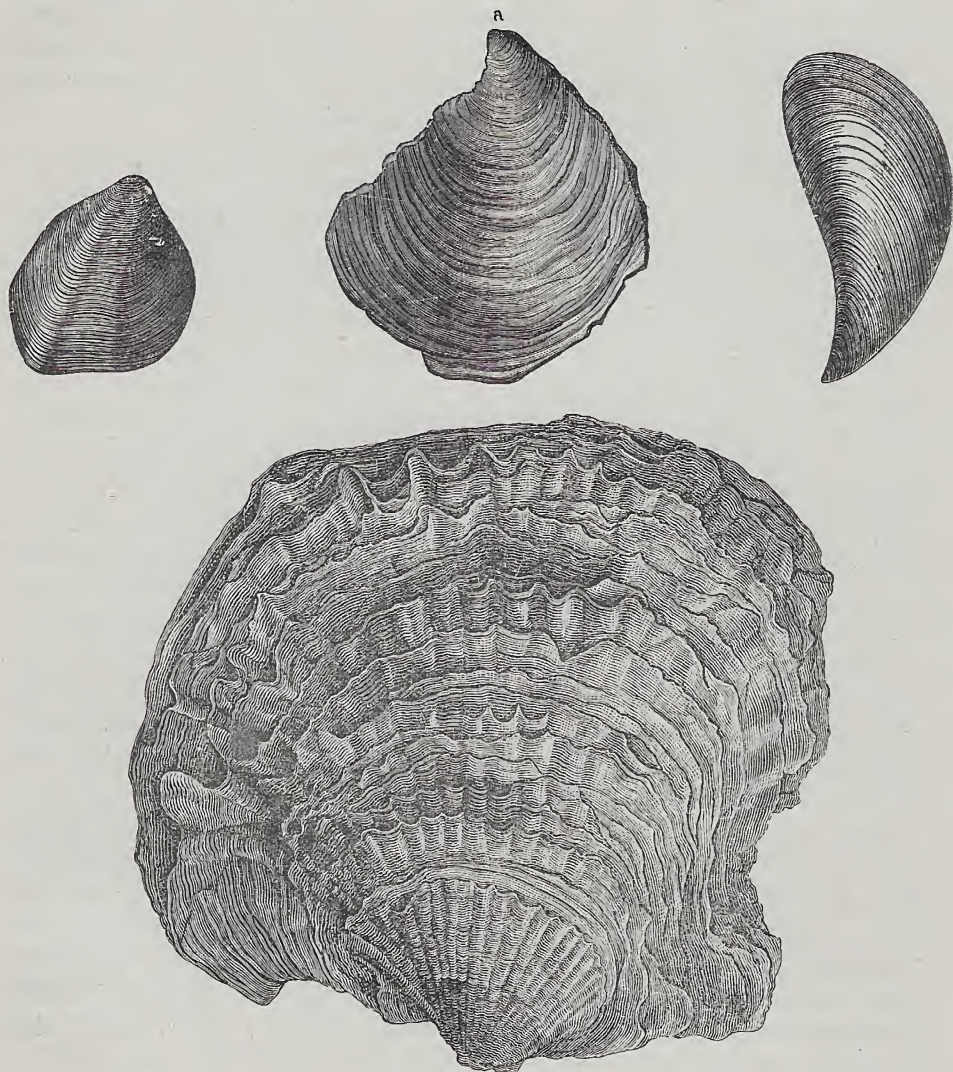



Fig. 276. — Ostriche fossili del periodo triasico

il *ceratodus*, genere singolare che sembra essersi conservato fino ai nostri giorni nei fiumi australiani. Infine, se i pesci ossei fanno ancora difetto, gli squali, i selacî e i cestracions, sono rappresentati dall'*acrodus*, da *hybodus* e *saurichtys*. » (DE LAPPARENT).

Come si vede, tra i pesci del periodo triasico, è il *ceratodus* (fig. 279)

Fig. 277. — Gli abitanti del periodo triasico: capitosauro, beledon, notosauro.

che noi possiamo considerare come tipo dell'epoca, tipo abbastanza strano. provvisto di branchie come i pesci ordinarî e di polmoni come gli animali a respirazione aerea — e di denti piatti profondamente incisi sugli orli. Ciò che è più curioso ancora, forse, si è che questo pesce si sia perpetuato fino ai giorni nostri, e sia stato rinvenuto recentemente nei fiumi dell'Australia, ove raggiunge fino a m. 1,20 di lunghezza (1).

I vertebrati, più elevati nell'organismo loro, della fauna triasica, sono batraci e rettili. Non si intravede ancora nè il cane, nè la scimia, nè l'uomo. I labirintodonti, che noi abbiamo studiato or ora durante il periodo permiano, rimangono i sovrani del mondo: chirotherium, trematosaurî, mastodonsaurî, ecc., accompagnati da saurî nuotatori: placodus, notosaurî, simosaurî, ecc. Giungono i dinosaurî. Questi giganteschi rettili avevano le membra posteriori potentissime, potevano tenersi ritti in piedi, e benchè possedessero mani con cinque dita ben distinte alle loro membra anteriori, non avevano tuttavia che tre dita ai loro enormi piedi (restando le altre due dita nascoste nell'anatomia di quel membro). A questo gruppo di rettili triasici, che camminavano conservando la posizione verticale, appartengono il *megadactylus*, il *clepsysaurus*, il *bathygnatus*, ecc., e probabilmente anche il *brontozoum* di cui si vede nella figura 280 un'impronta raccolta nell'arenaria del trias superiore, come si vedono nello stesso tempo le *goccie di pioggia* cadute colà, senza dubbio, al momento stesso del passaggio dell'animale e conservate parimente nella pietrificazione. Questa pietra d'apparenza volgare, questo fossile d'aspetto insignificante, ci conserva così quasi una fotografia della scena da sì lungo tempo scomparsa nella storia delle varie età. Sembra quasi di rivedere l'enorme rettile dai passi immensi, sorpreso dall'uragano, fuggire lungo la spiaggia uniforme della riva, e lasciare le impronte de' suoi passi sull'argilla molle che le conserverà a edificazione dei geologi dell'avvenire!

Queste zampe a tre dita avevano inspirato l'idea di uccelli giganteschi, e si sarebbe così condotti ad ammettere che gli uccelli sarebbero stati contemporanei del periodo triasico. Molti trattati classici di geologia presentano perfino, già da molto tempo, queste traccie sotto la designazione di impronte di passi d'uccello. Ma non si è scoperto alcun fossile d'uccello in questi terreni, e, d'altra parte, si conoscono i rettili bipedi che possono aver lasciato queste traccie del loro passaggio. La dimensione di queste impronte obbligava d'altronde a imaginare, fin dall'origine della classe degli uccelli, esseri di una statura colossale. Gli uccelli non appariranno che nel periodo giurassico.

---

(1) Vive infatti in Australia, nei fiumi Dawson, Burnett e Mary, una specie di quest'ordine dei Dipnoi, che raggiunge una lunghezza di quasi due metri ed ha denti uguali a quelli del Ceratodus fossile. È il *Ceratodus Forsteri*, di cui fa cenno anche l'egregio professor Giglioli nel suo *Manualetto di zoologia*. *Nota del Trad.*

Fra i rettili dei tempi triasici, notiamo altresì i theriodonti, precursori dei mammiferi monotremi.

I dinosaurî e i saurî nuotatori regneranno sovrani nei secoli giurassici, e noi ne faremo ora uno studio speciale, nel quadro stesso che la natura ha dato loro per regno. Tuttavia, fra quelli del periodo triasico, molti ponno essere presentati fin d'ora a edificazione dei nostri lettori. Si riconosceranno fra gli altri (fig. 277) (1) i capitosaurî che, come tutti gli altri labirintodondi tenevano, quanto all'aspetto e al modo di camminare, il posto di mezzo fra i coccodrilli e le salamandre. Erano realmente veri batraci, con costumi essenzialmente acquatici, e che si nu-

1

2

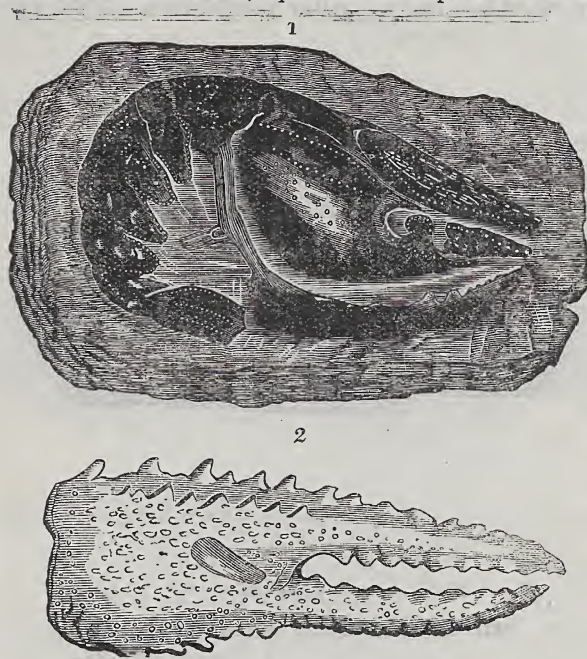



Fig. 278. — 1. Crostacei dell'epoca triasica. — 2. I primi gamberi e le loro chele.

(1) I disegni delle figure 277, 281 e 282 sono dovuti all'abile matita del signor Jobin, l'erudito naturalista che sa esumare dai fossili gli esseri addormentatisi da tanti milioni di anni, e ridar loro la vita delle antiche età, ricostruendoli in mezzo ai paesaggi ch'erano ad essi proprî.

Fauna e flora triasiche più specialmente keuperiane (fig. 277).

Fauna. — *Capitosaurus nasutus*, dell'ordine dei labirintodonti (al primo piano e che sta già quasi per riguadagnare l'acqua; testa da 80 a 90 centimetri circa). — *Belodon Kapffi* (sinon. Phytosaurus, Nicrosaurus) si collega alle forme primitive dell'ordine dei coccodrilli, colla testa di un metro circa e più; parimente al primo piano, strisciante su di un'altura in mezzo a un cespo di felci e di cicadee, ecc.) — *Nothosaurus mirabilis* al secondo piano. Conformato come i plesiosaurî, ma con un tronco più largo. Poteva avere da tre a cinque metri di lunghezza.

Flora. — *Actophyllum speciosum*. Licopodiacea erbacea che compieva le funzioni delle graminacee acquatiche dei giorni nostri di cui aveva la struttura (nel primo piano intorno al capitosauro). — Le felci appartengono ai generi pecopteris, neuropteris e clathrophyllum. — Più lontano, dietro il notosauro stanno felci arboree del genere danacopsis e tæniopteris. —

trivano di pesci. Dal permiamo fino al keuper inclusivamente, queste forme erano abbondanti. Il *belodon*, uno dei primi coccodrilli, si distingueva per l'appiattimento laterale e l'altezza della mascella superiore, la cui estremità era ricurva a guisa di becco. Avevano denti conici verticali, o i corpi ricoperti da una corazza ancor più potente di quella dei coccodrilli. Fu trovato solamente nel keuper superiore del Würtemberg.

I notosaurî, precursori del plesiosaurî, esistono in tutto il trias. Il *nothosaurus mirabilis* è in particolar modo abbondante nel muschelkalk. È probabile che, benchè marino, si avvicinasse agli estuarî, e risalisse i corsi d'acqua.

I dicinodonti (fig. 281) offrono qualche rapporto colle testuggini per la conformazione generale della testa, fatta eccezione dei denti canini che richiamano quelli dei mammiferi. Sotto il rispetto di molti punti del loro organismo, essi si avvicinano ai mammiferi altrettanto quanto ai rettili. (Tutti dell'Africa australe, descritti da Owen).

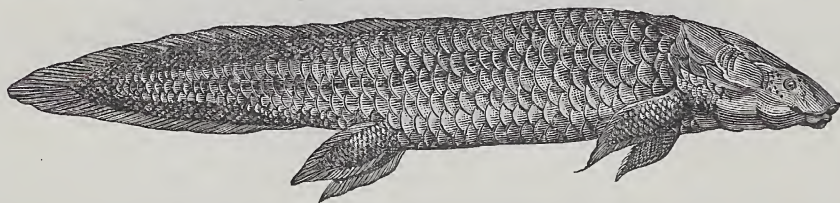



Fig. 279. — Pesce del periodo triasico: il ceratodus, pesce munito di polmoni e di branchie.

Il *zanglodon* (fig. 282) contemporaneo del belodon e dei labirintodonti del keuper, era un dinosauro carnivoro gigantesco, ma di forma relativamente snella. Parrebbe, secondo Kapff ed altri, che la testa, conosciuta sotto il nome di *teratosaurus*, e trovata nello stesso terreno, debba essere ascritta al *zanglodon*.

Gli animali triasici offrono per la maggior parte forme completamente estranee al nostro mondo d'oggidì. Erano in primo luogo bipedi, assai discosti per le loro dimensioni, come per le forme loro, dal tipo degli uccelli attuali, ma che non sono ancora guari conosciuti che per le impronte dei loro passi, ad una distanza tale le une dalle altre da dinotare talvolta perfino dimensioni quadruple di quelle dello struzzo. Il numero e la disposizione delle dita rivelano per altri di tali animali singolarità siffatte che, in assenza dello scheletro, non si sa come de-

---

Calamites Meriani (ramificazioni disposte a guisa di parasole), il cui fogliame è identico con quello dello schizoneur Meriani. — *Equisetum Munsteri* e *arenaceum*, rami verticillati ed eretti. — Le cicadee sono rappresentate dagli pterophyllum Meriani e Jægeri. — In fondo affatto e meno in vista, alberi della famiglia delle conifere, rappresentati dai generi voltzia, widdringtonites e albertia. Questi alberi presentavano nel loro portamento tutte le transizioni fra le criptomerie, le araucarie e le dammare dei nostri giorni.

finirli. Fra i rettili, gli uni ricordano le tartarughe, gli altri le lucertole o i coccodrilli, oppure, come i dicinodonti, le cui mascelle erano armate di zanne ricurve nel genere di quelle dei trichechi, presentano i caratteri frammisti di questi diversi gruppi.

I dolicosaurî, per metà lucertole e per metà serpenti, segnano il punto in cui questi ultimi hanno incominciato a distaccarsi dal tronco comune dei lacertiliani; più lungi risalendo indietro, i lacertiliani si perdono come ordine distinto, e si osservano i tipi che congiungono le lucertole alle iguane, e i monitor ai coccodrilli. I crocodiliani stessi modificano i loro caratteri osteologici per rivestirne altri che non si osservano ora più in essi che nella vita fetale. I labirintodonti infine si avvicinano ai batraci

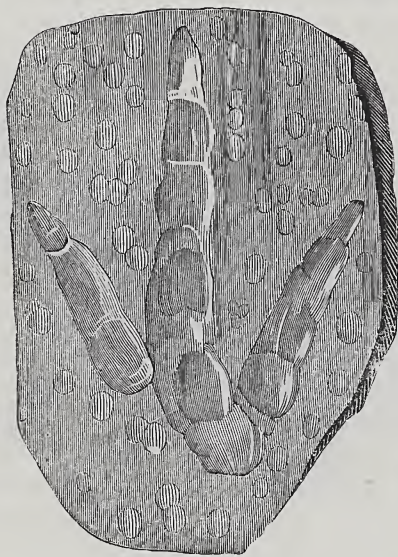



Fig. 280. — Impronte di passi del brontozoum giganteum (periodo triasico) con impronte di goccie di pioggia.

ed anche ai pesci. Questa famiglia di rettili è, come noi vedemmo, una delle più antiche, delle più singolari e delle più ambigue del mondo primitivo. La grande statura, l'armatura di placche ossee che ricopriva il corpo, la testa corazzata, impediscono di riconoscere veri batraci negli animali ch'essa comprendeva. I labiritodonti respiravano mediante polmoni, almeno nell'età adulta, camminavano sulla terra, succedevano ad altri rettili che avevano abitudini più acquatiche. Essi rappresentano probabilmente uno stato particolare che la classe intiera dei rettili ha dovuto attraversare in passato prima di diventar terrestre. Ciò non prova che i rettili vadano a far capo originariamente ai batraci propriamente detti, ma si può affermare che essi hanno dovuto emergere da un ceppo tipico che operò, ad esempio dei batraci, il passaggio da un'organizzazione pu-

ramente acquatica ad una organizzazione, dapprima anfibia e finalmente terrestre. (DE SAPORTA.)

Due grandi fatti s'impongono qui alla nostra attenzione: il periodo permiano ci ha fatto assistere alla nascita dei rettili: il periodo triasico ci mostra, a fianco dei saurî che si sviluppano e stanno per regnare sovrani, la nascita dei mammiferi che s'inaugurarono mediante la comparsa dei marsupiali.

La nascita dei mammiferi! È il primo gradino della scala magica che deve condurre all'umanità.

I rettili, i saurî giganteschi dell'epoca secondaria, rappresentano la forza. I mammiferi incominciano l'era del sentimento. Nei destini della Terra, tutti questi saurî sono condannati a perire; essi non portano in

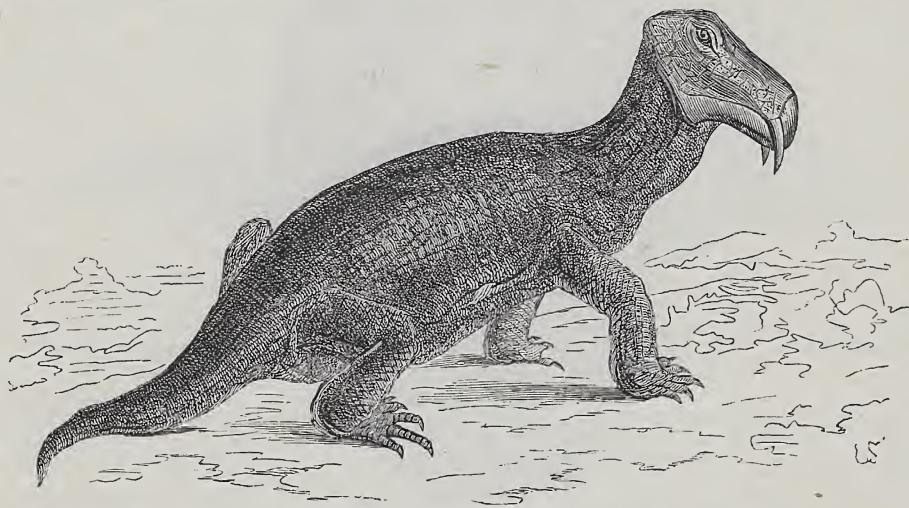



Fig. 281. — Il dicynodon, rettile dell'epoca triasica (Africa australe).

sè la fiamma del progresso intellettuale; nessuna di quelle specie così possenti giungerà all'età dell'Umanità. Gli umili marsupiali, che si destano ora appena alla luce del giorno sotto il sole del periodo triasico, stanno per dar inizio alla famiglia, stanno per amare. Fino all'epoca a cui noi giungiamo ora, l'amore non è ancor nato sulla Terra: zoofiti, molluschi, crostacei, insetti primitivi, pesci, batraci, rettili, non hanno amato. Essi non hanno ancora saputo altro fuorchè deporre delle uova. che non covavano neppure essi stessi, e di cui abbandonavano le sorti alle buone cure della natura. I primi mammiferi così comparsi non depongono quasi più le uova. Noi diciamo *quasi*, e non per mera forma letteraria; l'ornitorinco è ancor oggi oviparo. Ma, insensibilmente, da ovipari gli esseri divengono vivipari.

Quale umile origine! Essere mammiferi senza mammelle! Aver piccini

che nascono allo stato di uova senza involucro, per così dire non formati, e che non sono compiuti che dopo la loro nascita! È bizzarra cosa, ma la è così. La natura vuole attestarci sotto tutte le forme il cammino graduale della creazione.

La prima scoperta che sia stata fatta di resti fossili di mammiferi appartenenti all'epoca secondaria, è quella della mascella trovata il 1818 nei terreni giurassici (Oolite inferiore) di Stonesfield presso Oxford (Inghilterra). Questa mascella fu riconosciuta da Cuvier come caratteristica di un piccolo mammifero dell'ordine dei marsupiali, la qual cosa gettò il maggior scompiglio nel campo dei geologi, ai cui occhi sembrava impossibile ammettere l'esistenza di mammiferi prima dell'epoca terziaria. Owen fece notare che il genere dell'animale a cui aveva appartenuto quella mascella offriva una grande affinità con un marsupiale d'Australia il *myrmecobius*. Si rinvenne altresì, in questo medesimo schisto di Stonesfield, un'altra mascella che rivela un *opossum* (1) e, nel 1854, si riconobbe nel trias superiore di Stoccarda il dente d'un piccolo mammifero chiamato *microlestes*. In seguito, questo terreno, e così pure il trias superiore del Somersetshire e della Carolina del Nord, ebbe a fornire un certo numero di altre mascelle fossili, che appartengono tutte parimente a piccoli marsupiali o ad insettivori di grado inferiore.

Il *dromatherium silvestre* è stato scoperto (o almeno la sola sua mascella, fig. 284) dal geologo americano Emons, nell'arenaria rossa della Carolina del Nord; è un piccolo marsupiale, affine ai myrmecobî dell'Australia. I nostri lettori sanno che i marsupiali costituiscono precisamente la classe più semplice, più primitiva, la classe più imperfetta dei mammiferi, la cui famiglia più elementare, quella dei monotremi, non è rappresentata oggidì che da due specie, abitanti entrambe la Nuova Olanda e la terra di Van Diemen, che le è prossima: l'*ornitorinco* (veggasi pagina 159) e l'*echidna hystrix*. Queste due strane specie sono le ultime che ci sieno rimaste d'un gruppo altre volte ricchissimo che, durante l'epoca secondaria, rappresentava solo l'ordine dei mammiferi, e da cui, senza dubbio, provennero tutte le specie ulteriori mediante il continuo differenziarsi ed il perfezionamento.

I marsupiali (2) traggono il nome loro da un sacco in forma di borsa che la femmina porta sul suo ventre, e in cui i piccini rimangono molto tempo dopo la loro nascita. In questa tasca penetrano piccole mammelle, o piuttosto abbozzi di mammelle, a cui si aggrappano i neonati. I piccini, in tutti i marsupiali, nascono in uno stato d'imperfezione che non

---

(1) È la *Sariga di Virginia* o *Sariga dalle orecchie bicolori*. Questi marsupiali appartengono esclusivamente alle due Americhe, ove sono comuni, e formano il terrore delle masserie e dei pollai per la loro voracità. *Nota del Trad.*

(2) Etimologia: *marsupium*, borsa.

si riscontra in verun altro mammifero. Essi sono nudi, ciechi e sordi. La femmina li prende colle sue labbra, e li depone nella sua borsa. Là, essi si appendono ognuno ad una mammella, e vi rimangono aderenti fino a che le loro membra e i loro organi dei sensi si siano sviluppati. La borsa marsupiale è dunque come un secondo utero in cui si compie la loro evoluzione. Allorchè hanno raggiunto un certo sviluppo, i piccini si distaccano dal seno, ma non abbandonano per ciò solo il ricovero protettore che offre loro la tasca addominale. Se talvolta ne escono, si affrettano bentosto a rientrarvi, e si può dire che è in questa tasca ch'essi passano tutta la loro infanzia. Così, più di un animale di tal

Fig. 282. — Il zanglodon, dinosauro dell'epoca triasica (Europa).

ordine ha la gestione d'un sol mese, ma il prodotto di questa gestazione terrà la sua dimora nella borsa per sei od otto mesi. Nel canguro gigante, passano ben sette mesi dal momento in cui il piccino vi è deposto fino a quello in cui mostra la sua testa per la prima volta; e non è che dopo nove settimane da questa prima sua apparizione che egli incomincerà ad uscirne. Per altre nove settimane, il giovine canguro vive tanto fuori quanto dentro la tasca marsupiale.

In questa specie il piccino viene alla luce il trentanovesimo giorno.

La madre lo prende nella sua bocca, apre la sua borsa colle zampe davanti, e appende il piccolo essere ad una delle sue mammelle. Dodici ore dopo la nascita, il piccolo kanguroo non ha ancora che 32 millimetri

Fig. 283. — Scena dell'epoca triasica (periodo conchiliaceo). Chiroterio e notosauro).

di lunghezza, e non può essere paragonato che agli embrioni degli altri animali. È una massa molle, trasparente, vermiforme; gli occhî sono chiusi, il naso e le orecchie abbozzati appena, e le membra ben lontane dall'avere la loro forma. Non vi è la menoma rassomiglianza fra questo essere e la di lui madre. Le membra anteriori sono d'un terzo più lunghe delle posteriori; la coda è corta e ricurva fra le gambe. Egli sta appiccicato alla mammella come un corpo inerte, ed è allora perfino incapace di poppare; il latte, in seguito ad una disposizione organica particolare, gli è versato direttamente nella bocca dalla mammella, e non è che più tardi che lo succhierà egli stesso.

Resta così otto mesi a nutrirsi col latte di sua madre; ma, di tempo in tempo, mostra la testa, quantunque non sia ancora capace di muoversi da solo. Il naturalista Owen staccò un piccino di quattro giorni dalla mammella, per sapere se un essere così imperfetto fosse in grado di ritrovare da solo il seno materno, o se la madre stessa ve lo ricollocherebbe. Ecco quale fu il risultato di una simile esperienza. Strappato il piccino,

Fig. 284. — Il più antico resto fossile di mammifero trovato finora, Mascella inferiore di dromatherium sylvestre. — Trias della Carolina del Nord.

apparve alla mammella una goccia di liquido biancastra. Il piccino si agitò, ma non parve fare sforzi per attaccarsi alla pelle delle madre, e fu assolutamente impotente a muoversi. Lo si depose in fondo alla tasca e lo si abbandonò alla madre. Questa si mostrò oltremodo irritata, si curvò, grattò la faccia esterna della sua borsa, l'aperse colle sue zampe, vi immerse la testa, e l'agitò in diversi sensi. Finalmente il piccino morì, non avendolo la madre riattaccato a sè, nè avendo alcun giardiano voluto incaricarsi di rimetterlo al posto suo.

Risulta dalle osservazioni più recenti, che il giovine kanguroo, allorchè raggiunge una certa statura, cresce assai rapidamente. Egli manda fuori allora la sua testa: i suoi occhietti guardano da ogni lato, le sue zampette si dimenano qua e là, ed incomincia a mangiare. La madre lo cura con tenerezza, ma si mostra meno paurosa. In principio, essa non permette che si tenti di vederlo, e tanto meno di toccarlo. Essa allontana perfino il maschio che la curiosità spinge a contemplare il proprio rampollo; e risponde ai tentativi ch'egli fa per appagare il suo desiderio con un mormorìo di cattivo umore ed anche con percosse. Una volta che il piccino ha mostrato la testa, essa si cura meno di nasconderlo. Questi è d'altronde pauroso, e un nonnulla lo fa rannicchiare tosto in fondo alla borsa, ove prende tutte le posizioni che si possano imaginare.

egli fa uscire da essa talora la testa, talora le zampe posteriori o la coda. È uno spettacolo curioso il veder la madre, allorchè vuol cambiar posto, forzare il suo piccino ad annidarsi nella profondità della borsa, dandogli dei colpetti colle zampe. Dopo un certo tempo, il giovane kanguroo abbandona la tasca marsupiale, e saltella intorno a sua madre; ma al più piccolo indizio di pericolo, corre da lei in tutta fretta, e si precipita colla testa innanzi nel suo nascondiglio; in un istante egli si rivolge, e, certo oramai d'essere al riparo d'ogni minaccia, guarda al di fuori con un'espressione comica (1).

Vi sono nei marsupiali, come in tutte le famiglie dell'immenso regno animale, le più grandi varietà fisiche e intellettuali. La *sariga opossum*, a modo d'esempio, parrebbe assai più intelligente del kanguroo. Alla caccia, si vede questo animale rizzarsi in piedi, guardarsi d'ogni intorno, annusare a destra ed a sinistra, e poi mettersi a correre.

« Ed ora, scrive il signor Audubon, non perdetelo d'occhio; ed ecco che al piede di quell'albero maestoso, egli ha sostato, e, fatto un giro intorno a quel bel tronco cercando qualcosa fra le radici coperte di neve, ha poi trovato in mezzo ad esse un'apertura in cui s'insinua. Passano alcuni minuti, ed ecco che riappare, traendosi seco uno scoiattolo già privo di vita: egli lo tiene nella sua bocca, incomincia a salire sull'albero e vi si arrampica lentamente. A quanto pare, non ha trovato di sua convenienza la prima biforcazione, od ha giudicato forse di trovarvisi troppo in vista, poichè vedetelo che sale sempre fino a che abbia rinvenuto un posticino in cui i rami, collegati fra loro dalla vigna selvaggia, formino una specie di fitto pergolato; là, egli si fa una comoda nicchia, si adagia come gli par meglio, arrotola la sua lunga coda intorno ai giovani germogli, e, coi suoi denti acuti, sbrana il misero scoiattolo che tiene nei suoi artigli.

« I bei giorni della primavera sono ritornati; gli alberi si coprono di vigorosi germogli; ma l'opossum è quasi nudo, e sembra estenuato da un lungo digiuno. Egli visita le rive dei piccoli seni di mare, e si alletta nel vedere i ranocchi di cui spia l'occasione di farsi un ghiotto boccone. Tuttavia la fitolacca e l'ortica incominciano a sviluppare i loro bottoni teneri e pieni di succo, che costituiranno per lui una preziosa risorsa. La chiamata mattutina del tacchino selvatico ferisce le sue orecchie deliziosamente, poichè egli sa, il volpone, che udrà bentosto la voce della femmina e che potrà inseguirla fino al suo nido per succhiarne le uova, ch'egli predilige in modo particolare. E così, aggirandosi attraverso i boschi, ora strisciando a terra, ora saltando sugli alberi da un ramo all'altro, egli ode altresì il canto d'un gallo; e il suo cuore trasalisce in

---

(1) BREHM. *La vita degli animali.*

prevenzione, ricordandosi l'allegro pasto da lui fatto l'anno prima, in un cascinale vicino. Adagio, adagio, coll'occhio intento, egli s'inoltra e perviene a nascondersi fin nel pollaio.

« Onesto massaio, perchè anche nell'anno decorso hai ucciso tante gazze? Sì, delle gazze; e per sopramercato una discreta quantità di corvi! Oh! tu hai voluto far a modo tuo, e tanto meglio! Ma ora, su, presto al villaggio: fa acquisto di munizioni, pulisci il tuo vecchio fucile, appronta le trappole, e raccomandati ai tuoi cani neghittosi, affinchè facciano buona guardia; poichè, ecco qui l'opossum. Il sole è appena tramontato, ma l'appetito del vagabondo predatore è sempre sveglio. Non senti gli strilli delle tue galline? Egli ne ha afferrata una, e delle migliori, e se la porta via senza preoccuparsene menomamente, l'astuto compare. Che fare oramai! Sì, tendi pure agguati alla volpe ed al barbaggiani, e rallegrati ancora una volta al pensiero d'aver ucciso il loro nemico, e l'amico tuo, il povero corvo. Sotto quella grossa chioccia, era stata posta, non è vero, or sono otto giorni, una dozzina d'uova; ebbene, va ora a cercarle. Ella ha avuto un bel gridare ed arricciare le sue penne; l'opossum le ha rubate le uova una dopo l'altra.

« La femmina dell'opossum può essere citata come un modello di tenerezza materna. Date uno sguardo al fondo di questa singolare tasca in cui stanno rannicchiati i suoi piccini, ognuno attaccato alla sua mammella. Oh! la madre eccellente! non solamente essa li nutre con cura, ma li salva altresì dai loro nemici; essa li trascina con sè come fa il cane di mare colla sua progenitura; oppure, messasi a riparo su di un tulipifero, li nasconde tra il fogliame. In capo a due mesi, incominciano a poter bastare a sè stessi; ognuno ha ricevuto allora la sua lezione particolare, che gli sarà giuocoforza d'ora innanzi mettere a profitto. Ma supponete che il massaro abbia sorpreso l'opossum sul fatto mentre stava sgozzando uno dei suoi polli più belli; esasperato, furioso, egli si avventa allora sulla povera bestia, la quale, ben sapendo che non può resistere, si arrotola a guisa di una palla e riceve i colpi. Più l'altro imbestialisce e meno l'animale manifesta l'intenzione di vendicarsi; e rimane là sotto i piedi del suo persecutore, non dando più segni di vita, colle fauci spalancate, la lingua pendula e gli occhi chiusi, fino a che il carnefice prenda la decisione di lasciarlo, dicendo fra sè stesso: Oramai, non v'è dubbio — è proprio morto. No! lettor mio egli non è morto. Solamente egli fingeva d'esser morto, e il nemico non ha ancor volto le calcagna, che si rimette a poco a poco sulle sue gambe — e corre a riguadagnare il bosco ».

Un'altra specie, il *Philander Enee*, del Brasile, non è meno curiosa. Quest'essere vive quasi esclusivamente sugli alberi, e non discende sulla terra che per cacciarvi. La sua coda prensile gli concede di arrampicarsi facilmente, di aggrapparsi dappertutto, e, allorchè si riposa, incomincia

sempre col prendere un solido punto d'appoggio, avvolgendo la sua coda a spira intorno ad un ramo. Sulla terra, egli cammina male e lentamente, ma sa tuttavia afferrare piccoli mammiferi, insetti, crostacei, e in ispecial modo i gamberi, che reputa un cibo di speciale predilezione. Fra i rami degli alberi, egli insegue gli uccelli e saccheggia i loro nidi, mentre si pasce pure delle frutta. Fa talvolta qualche visita ai cortili delle masserie, e vi sgozza le galline e i piccioni.

La femmina si sgrava da cinque a sei piccini informi, che si attaccano alle sue mammelle, e vi pendono come frutti da un albero. Allorquando si sono coperti di peli, essi salgono sulla schiena della loro nutrice, e vi si tengono fermi, arrotolando la loro coda intorno alla sua. Anche allora che sono quasi adulti, e più non hanno bisogno del latte materno, essi restano ancora colla loro madre, rifugiandosi sul suo dorso al minimo pericolo, e facendosi portare da essa in un luogo più sicuro. È sotto questo riguardo che l'animale ebbe il nome di Enea che gli fu dato. Quando è spaventata, la madre drizza il suo pelo, emette dei fischi, e spande un odore assai disaggradevole.

Ma soffermiamoci in questa escursione fra i discendenti dei primi mammiferi. Ci basti di aver apprezzato il loro stato rudimentale come vivipari, e d'aver riconosciuto frattanto che essi inaugurano realmente il regno degli animali superiori. Le facoltà intellettuali e affettive sono nate. Esse non si estingueranno più.

CAPITOLO II.

IL PERIODO GIURASSICO.

Il regno dei saurii giganti.

Noi giungiamo ora all'epoca più straordinaria di tutti i tempi che precedettero la comparsa dell'uomo sulla Terra. Un mare immenso si estende ancora su tutta la Francia, sulla più gran parte dell'Europa e dell'Asia, e su vaste regioni dell'Africa e delle due Americhe, oggidì sollevate di centinaia e migliaia di metri al di sopra del livello dell'Oceano. In questi mari regnano animali giganteschi e bizzarri, di cui non esiste più ai giorni nostri alcun discendente. Più progredito verso il suo stato attuale di quanto nol fosse nei tempi primarî, il pianeta sembra, sotto certi rispetti, differirne sempre più, inquantochè la sua biologia subisce una biforcazione che non presagisce in modo alcuno ciò ch'esso diverrà nei tempi terziarî e quaternarî. Un abitante di Marte (pianeta popolato, senza dubbio, da esseri umani fin da tale epoca), oppure un indigeno della Luna (mondo probabilmente abitato prima della Terra), che avesse visitato la nostra patria al tempo dei rettili giurassici, non avrebbe certamente potuto supporre che verrebbe giorno in cui, usciti dalle acque, i bassi fondi di mare diventerebbero la sede di splendide capitali umane quali Parigi, Londra, Vienna e Nuova York. In questi mari nuotano i tardi ittiosaurî dagli occhi enormi, dalle formidabili mascelle; i plesiosauri dai lunghi colli che remavano colle loro lunghe zampe, si affondavano negli abissi marini, e ricomparivano tosto alla superficie; i teleosaurî, coccodrilli mostruosi aventi ben dieci metri di lunghezza, e la cui bocca spalancata con un'apertura di due metri, poteva inghiottire animali della

complessione di un bue; gli hyleosaurî, portanti uno scudo corazzato, che infestavano le rive, mentre sulle isole emerse, al piede delle colline, alla riva dei mari, nei fiumi e nei laghi, in seno ai boschi ornati di felci, di cicadee, di araucarie, di conifere svariate, vivevano le innumerevoli falangi di dinosaurî che, durante i tempi secondarî, precedettero nella dominazione del mondo i mammiferi terziarî; atlantosaurî, giganteschi quadrupedi erbivori di trenta metri di lunghezza; brontosaurî, sauropodi dello stesso ordine, la cui statura raggiungeva da quindici a venti metri; diclonius, rettili bipedi di dodici fino a quindici metri di lunghezza; stegosauri, altri bipedi di dieci metri; iguanodonti, bipedi con zampe d'uccello, a somiglianza dei diclonius rivaleggianti in statura con essi, e coi theropodi carnivori; megalosaurî, ceratosaurî, labrosaurî, amfisauridi, compsognati, ecc., rettili di tutte le forme e di ogni dimensione, molti dei quali erano per metà coccodrilli e per metà uccelli, e la cui strana popolazione doveva fare del mare e della terra, delle rive e dei boschi, un mondo fantastico di cui non può darci un'idea veruna scena dell'attuale mondo animale. A tutti questi esseri, che sembrano altrettanti abbozzi informi della forza vitale, aggiungiamo, al disopra di essi, gli enormi pterodattili dalle ali membranose, che saltellavano nell'aria e venivano a cadere sulle rive in mezzo ai gridi rauchi di tutta questa popolazione, e gli innumerevoli uccelli dentati che attraversavano gli spazî con gran rapidità per precipitarsi sulla loro preda... e noi avremo una debole imagine degli spettacoli che il nostro pianeta doveva offrire durante quei secoli da sì lungo tempo svaniti.

I paleontologi qualificano con ragione questa età come l'èra dei rettili. Eppure di quanto tali saurî e dinosaurî sono lontani per le forme loro, per le loro membra e il loro portamento, dal senso che si dà generalmente alla parola *rettile!* Questi esseri non si arrampicavano. Non erano nè serpenti, nè vipere, nè colubri; apparivano piuttosto gigantesche lucertole, che camminavano le une a quattro zampe, le altre tenendosi, a miglior lor agio, sulle zampe posteriori e adottando la posizione verticale, e quali lucertole! dieci, quindici, venti, trenta metri di lunghezza e fors'anche più ancora! Questi rettili, dalle membra oltremodo vigorose, sono stati gli antenati dei coccodrilli e delle lucertole terziarie, le quali alla lor volta furono gli antenati dei serpenti, come noi vedemmo nella nostra esposizione generale dello sviluppo della vita (pagg. 97-101). Le zampe sparirono gradatamente. — Anche gli uccelli hanno avuto i rettili per antenati (1).

---

(1) La classificazione dei vertebrati fatta da Huxley, ed ora adottata da molti, risponde, assai meglio d'ogni altra, a tali principî. Invece di unire, come facevasi in passato, gli anfibî ai rettili, Huxley li collega ai pesci, costituendone un anello di congiunzione fra questi ultimi e i rettili, e suddividendo così gli animali vertebrati in tre grandi classi: *Ittiopsidi* (pesci ed anfibî), *Sauropsidi* (rettili ed uccelli) e *Teriopsidi* (mammiferi). *Nota del Trad.*

Questo ricco periodo giurassico ha dovuto estendersi per lunghissimo tempo. In principio, immediatamente dopo gli ultimi sedimenti triasici, si sono depositate dapprima le sabbie divenute arenarie, poi marne cariche di carbonato di calce. Vi si rinvengono molti fossili, e soprattutto conchiglie, ammoniti, ecc. Questi primi strati hanno ricevuto il nome di strati *liasici* dalla parola inglese *lias* (che non vuol dir proprio nulla). Sopra ad esse si sono depositati strati di un'altra natura, e principalmente calcari, dall'aspetto finamente granulare, che danno l'idea di agglomerazioni d'uova di pesci. In causa di questa rassomiglianza, quei calcari ricevettero il nome di *oolitici* (etimologia: ωον, uovo, e λιθον, pietra). Ne viene che i terreni del periodo giurassico si suddividono in due grandi sistemi, il *lias* e l'*oolite*. Ognuna di queste due divisioni principali si scinde alla sua volta in molte suddivisioni, poichè vi ha un gran numero di strati, differenti fra loro, sia sotto il rispetto mineralogico che sotto quello dei fossili, depositatisi durante i lunghi secoli di questa età. Si ponno designare le seguenti:

PRINCIPALI DIVISIONI DEL PERIODO GIURASSICO.

I. — Sistema liasico.

Arenaria infraliasica	Piano retico (1)	Giura nero
Lias inferiore	Piano sinemuriano (2)	
Lias medio. Liasiano	Piano charmouthiano (3)	
Lias superiore	Piano toarciano (4)	

II. — Sistema oolitico.

Oolite inferiore	Piani bathoniano (5) e bajociano (6)	Giura bruno.
Oolite medio	1.° Piano oxfordiano (7)	
	2.° Piani coralliano (8), sequaniano (9), kimmeridgiano (10)	Giura bianco.
Oolite superiore	Piani portlandiano (11), purbeckiano (12)	

Vi sono ancora altre suddivisioni, ma evitiamo ogni complicazione e così pure ogni inutile travaglio all'intelligenza. Come osservazione generale, notiamo che questi strati geologici diventano sempre più chiari, passando gradatamente dal color nerastro al bianco, di mano in mano che si vanno avvicinando alla formazione cretacea, depositata, come si

(1) Questo terreno è assai importante nelle Alpi retiche.
(2) Abbondante nei dintorni di Semur.
(3) Di Charmouth (Inghilterra).
(4) Di Thouars (Deux-Sèvres).
(5) Assai sviluppato nei dintorni di Bath (Inghilterra).
(6) Di Bayeux.
(7) D'Oxford (Inghilterra).
(8) Ragguardevole per le traccie di coralli che racchiude.
(9) Facile a studiare nel bacino della Senna: Meuse, Alta Marna, Costa d'oro, Yonne, ecc.
(10) Di Kimmeridge (Inghilterra).
(11) Di Portland (Inghilterra).
(12) Di Purbeeck (Inghilterra).

è visto, sulla formazione giurassica. Ecco il perchè si danno loro anche i nomi di giura nero, giura bruno e giura bianco.

Questi differenti strati presentano spessori diversi secondo le località. Così, per esempio, nel dipartimento dell'Alta Marna, che è uscito dalle acque durante il periodo cretaceo, l'arenaria infraliasica è esigua affatto, il lias inferiore (sinemuriano) ha cinque metri di spessore, il liasiano 91 metri e il lias superiore (toarciano) 53 metri; l'oolite inferiore (baiociano) misura 30 metri all'altipiano di Langres ed in Borgogna (calcare a entrochi), l'oxfordiano solo 5 o 6 metri, l'oolite marnosa 70 metri; il

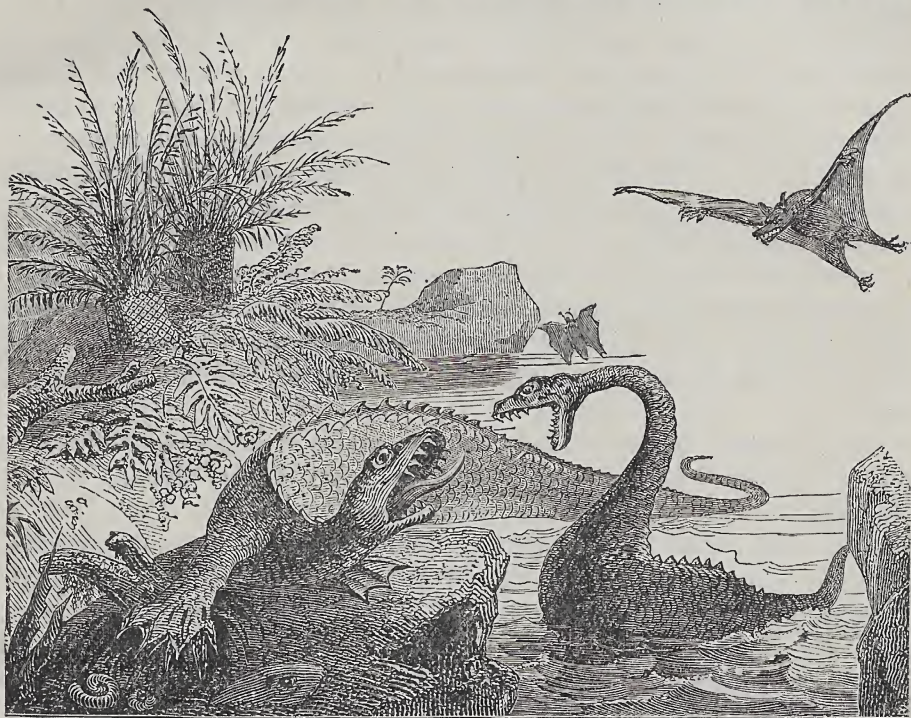



Fig. 286. — Scena del periodo giurassico. — Ichthyosaurus, plesiosaurus, pterodactyli.

piano coralliano (spesso collegato col sequaniano) vi è debole e presenta frequenti lacune; il calcare portlandiano si mostra con spessori da 80 a 150 metri. Si trova, all'opposto, in altri punti, l'arenaria infraliasica in uno strato di 12 metri in Lorena, di 24 a Kédange, di 60 nel Lussemburgo, di 700 in Scania; il lias inferiore misura 160 metri nel Yorkshire; il lias o giura nero della Svevia offre uno spessore di 100 metri; l'oolite inferiore ha 60 metri nei dintorni di Bath; l'argilla di Kimmeridge raggiunge, in due strati, 350 metri nella contea di Lincoln, ecc.

All'aprirsi del periodo giurassico, una gran parte della Francia, una

gran parte dell'Europa stessa, rimane sepolta sotto le acque. Dalle epoche lontane del mare siluriano, in cui già erano emersi gli ammassi granitici della Bretagna, della Vandea, dell'Alvernia, e formavano isole appena ricoperte di una grama vegetazione, molte volte il mare si è ritirato, e molte volte vi fece ritorno. Durante il periodo triasico, un vasto mediterraneo si estendeva, frastagliato in golfi, sulla Francia, sull'Inghilterra, la Spagna e l'Italia, bagnando le rive orientali dell'Alvernia, ed estendendosi, attraverso la Lorena, fino in Germania. Al primo inizio del periodo del lias, all'opposto, il mare si è ritirato all'est, lasciando a secco tutta la regione francese e una parte della Germania; ma esso non tarda a venir di nuovo ad inondare tutta quanta la Francia, non lasciando all'asciutto che le isole dei terreni antichi, senza comunicazione le une colle altre, quali l'Armorica, l'altipiano centrale, i Vosgi e la massa primitiva delle Alpi. Queste alternative ponno essere lette dall'istoriografo della Terra sui sedimenti e sui loro fossili. Esse sono ascrivibili a movimenti di abbassamento e di sollevamento nella scorza del globo, analoghi a quelli che si producono ai giorni nostri, e che noi abbiamo studiato a lungo in un capitolo precedente (precisamente in vista della loro applicazione geologica permanente), movimenti lenti, graduali, che insensibilmente hanno, a più riprese, trasformato la geografia del nostro pianeta. Centinaia di migliaia d'anni giaciono in questi archivî dell'infanzia del globo.

Innanzi che i terreni che compongono oggidì il Giura, le Alpi — da Altdorf a Sion, Aosta, Modane, Briançon, Gap, Digne, Tenda, striscie frastagliate come isole in mezzo al terreno primitivo — l'altipiano di Langres, una parte della Borgogna, l'Alta Marna, la Mosa, la Meurthe, la Costa d'Oro, il Nièvre, il Cher, la Vienna, le Duex-Sèvres, una parte dell'Orne e del Calvados, fossero sollevati, il paese su cui ebbe a risplendere, dopo più di mille anni, la civiltà francese, offriva un aspetto diverso affatto dall'attuale. Il mare si estendeva sui luoghi occupati ora da Parigi, Tours, Bourges, Poitiers, Saintes, Périgueux, Bordeaux, Agen, Pau, Avignone, Chambéry, Ginevra, Berna, Basilea, Nancy, Troyes, ecc. Esso copriva tutte queste regioni, da Londra a Parigi, a Brusselle a Bordeaux e a Marsiglia. Tale era lo stato della Francia durante la pirma parte dell'epoca giurassica, durante il periodo del lias.

Perdurando la seconda parte di quest'epoca e il periodo oolitico, l'abbassamento del suolo cessa per far posto ad un lento e graduale sollevamento. Verso la metà del periodo oolitico, si vedono le regioni marittime che separavano le isole dal terreno primitivo elevarsi al di sopra del livello delle acque, e collegarsi all'altipiano centrale della Francia: da una parte alla Vandea e alla Bretagna; dall'altra ai Vosgi ed al Belgio. Alla fine del periodo giurassico, tutte queste regioni, altre volte sepolte sotto le acque, sono sollevate ad una certa altezza.

In Inghilterra, i terreni giurassici formano una larga striscia che attraversa la regione meridionale della Gran Bretagna, dal nord-est al sud-ovest; questa striscia è un prolungamento di quella che è disposta a guisa di fascia intorno al bacino di Parigi. Il mare giurassico s'è dunque esteso su tutta questa parte dell'Inghilterra, come sulla Francia.

Ma, alla fine dell'epoca giurese, questa parte dell'Inghilterra era emersa, come il Giura, l'altipiano di Langres, l'Argonne e tutta la fascia di cui abbiamo parlato. Oltre a ciò, le regioni attualmente sepolte sotto le acque della Manica erano parimente emerse, in ispecial modo fra Portland e Boulogne. La Francia era allora congiunta all'Inghilterra, e là, ove scorrono oggidì le acque della Manica, si estendeva un continente coperto di laghi, circondati da una ricca vegetazione nella quale dominavano le cicadee, le felci, le conifere, che era abitato da grandi rettili erbivori, e in particolar modo da iguanodonti, e così pure da mandre di marsupiali (fig. 287). Sopra questa terra scomparsa, si preparava la formazione lacustre e terrestre conosciuta sotto il nome di purbeckiana, di cui l'isola di Purbeck, sulla costa inglese, non lungi da Portland (Dorsetshire), in faccia a Cherbourg, presenta il tipo geologico ed i principali fossili.

Così, mentre lo schiudersi dell'epoca giurese era stato contrassegnato da un abbassamento del suolo di una parte della Francia, la fine di questa stessa epoca è stata contemporanea di un sollevamento che ha fatto emergere al di sopra delle acque una parte del nord dell'Europa.

Prima di questo sollevamento, durante il regno del mare giurassico, *una grande quantità di coralli fioriva in Francia* ed in Inghilterra. I banchi corallini sono intimamente legati alle formazioni oolitiche. La sabbia calcarea che la marea sospinge sulle spiaggie dei banchi corallini non tarda ad essere cementata dalle acque d'infiltrazione; talora i granelli sono debolmente agglutinati, e si può scorgere la pasta calcarea che ne opera la riunione su punti diversi; talora, invece, la sabbia è divenuta calcare solido, ma senza che si cessi di distinguere i piccoli grani di sabbia. Talvolta le sabbie sono frammiste a ciottoli tolti all'isola che costeggia il banco. Si può osservare attualmente questo genere di formazione oolitica e corallina, nell'isola dell'Ascensione, a Oahu, e su molti punti dell'oceano Pacifico.

Si trovano i resti di questi banchi corallini nel Giura, sur uno spessore da 40 a 60 metri (nei dintorni di Gray e di Besançon), e nel Yonne, in Provenza, nelle Basse Alpi, nel Delfinato, nei dintorni di Grenoble — ove essi sono rappresentati da potenti masse di calcari bianchi riempiti di polipi, col loro corteo abituale di ricci di mare, di diceras e di nerinee — in Normandia ed in Inghilterra, ove tre divisioni del terreno corallino si mostrano nettamente, al di sopra dell'oxfordiano, sulla costa di Weymouth.

Il fatto che i coralli vivevano all'epoca giurese, in Francia e in Inghilterra, prova che il clima equatoriale si estendeva fino al di là del 55° grado

di latitudine, circostanza assolutamente incompatibile coll'esistenza dei ghiacci del polo nord. La vegetazione fossile fornisce un'eguale testimonianza, giacchè piante tropicali, cicadee, felci, vivevano allora fino in Siberia, e fino al 71° grado di latitudine. A quell'epoca dunque le stagioni e i climi non erano ancora ben distinti, probabilmente in causa della predominanza dei mari sulle regioni polari.

Senza dubbio, riesce difficile il ristabilire esattamente le alternative di ritirata e di invasione del mare. Le comparizioni geologiche ne consentono tuttavia di concludere che, come s'è visto più sopra, l'Europa, al principio del periodo giurassico, non fosse che un arcipelago composto d'isole più o meno sviluppate. All'epoca del lias, l'altipiano centrale della Francia restava ancora separato dall'ammasso montuoso della Vandea all'ovest, dalla regione dei Vosgi e da una parte delle Alpi al nord-est e al sud-est, mediante gli stretti di un mare libero. Alla fine dell'oxfordiano, queste isole si estendono e si riuniscono da una parte per mezzo dell'istmo di Poitiers, dall'altra per mezzo di quello della Costa d'Oro. Nel periodo coralliano, come può vedersi nella carta (fig. 288), i tre bacini che si dividono fra loro la Francia, quello di Parigi al nord, quello dell'Aquitania al sud-ovest, quello del Rodano al sud-est, non hanno più comunicazioni dirette, trovandosi chiusi gli stretti di Poitiers e della Costa d'Oro. Questo movimento di sollevamento, ben evidente soprattutto nella parte occidentale e settentrionale dell'Europa, si fa maggiore alla fine del giurassico. La Francia si unisce all'Inghilterra, e sull'attuale posto della Manica si stabilisce un vasto continente su cui le specie animali e vegetali sono particolarmente lacustri (deposito di Purbeck), ciò che dimostra come queste terre non fossero troppo sollevate, e siano rimaste a lungo soggette a frequenti invasioni del mare. Tuttavia, si ritrova un gran numero di piante e di animali d'acqua dolce: i calcari d'acqua dolce si alternano coi calcari marini su di uno spessore di 125 metri: il periodo è dunque stato di una lunga durata. In Francia, il territorio di Boulogne presenta la stessa formazione. Vi erano pure laghi d'acqua dolce nel Giura.

Noi abbiamo visto testè che il terreno coralliano è rappresentato nel mezzodì della Francia, nella Provenza, nei Paesi Bassi e nel Delfinato da potenti masse di calcari bianchi, pieni zeppi di polipi. In quella regione esso è ricoperto immediatamente dal terreno cretaceo. Se ne trae la conclusione che dopo il periodo coralliano, e durante i secoli in cui si sono formati i depositi kimmeridgiani e portlandiani, questo suolo era fuori dell'acqua, e vi è rimasto emerso fino al sopraggiungere del mare cretaceo.

Al periodo giurassico succede il periodo cretaceo. Fin dal principio di questo nuovo periodo, tutto cangia nuovamente nella distribuzione delle terre e dei mari. Il movimento di emersione del suolo della Francia, dell'Inghilterra, del nord dell'Europa, che era stato il carattere saliente dei tempi oolitici, si sofferma e fa posto ad un movimento contrario. Una

parte notevole dell'Europa settentrionale si affonda sotto le acque, e non riceve più altri depositi fuorchè quelli in cui l'azione sedimentare è sensibilmente oltrepassata in intensità da quella degli organismi microscopici dell'Oceano. È un tempo di calma, durante il quale gli infinitamente piccoli lavoravano in fondo ai mari e preparavano la formazione della creta, che è quasi unicamente composta dei loro avanzi, su molte centinaia di metri di spessore. In Francia, un vasto mare bagnava la base del Giura, collegandosi da una parte col mare parigino, e dall'altra con un mare meridionale estendentesi fino alle regioni del Mediterraneo attuale. Il mezzogiorno

Fig. 287. — L'emersione del suolo della Manica alla fine del periodo giurassico, e i suoi principali abitanti.
(Marsupiali, iguanodonti, pterodattili, in mezzo alle felci.)

della Francia, che era elevato al di sopra delle acque dopo il periodo coralliano, s'è di nuovo abbassato e ha fatto parte di un vasto mare che occupava tutta la parte meridionale dell'Europa. A quest'epoca, l'altipiano centrale, completamente emerso, congiunto da un lato ai Vosgi e dall'altro alla Vandea, si opponeva ad ogni comunicazione fra questo mare meridionale e il mare parigino che si inoltrava fino al sud dell'Inghilterra. L'aprirsi del periodo cretaceo fu dunque contrassegnato da un notevole sconvolgimento della carta del mondo, e dal ritorno del mare sopra regioni che esso

aveva da lungo abbandonato. Questa invasione marina parrebbe aver raggiunto il suo massimo all'epoca del deposito della creta bianca.

L'esame geologico ci permette di riconoscere le regioni in cui, essendosi il fondo del mare sollevato, la terra ha preso il posto del mare; ma non ci consente facilmente di determinare le porzioni di terre che furono cangiate in mare, visto che l'esplorazione geologica colla sonda dei mari è ben lungi dall'esser compiuta. Noi non possiamo dunque troppo lusingarci nella pretesa di ristabilire con certezza lo stato della Francia o lo stato dell'Europa in qualche epoca geologica particolare. Ciò che noi possiamo fare di più preciso, dacchè possediamo i documenti sufficienti per giungervi, si è il ricostruire le carte geologiche rappresentanti le formazioni successive dei terreni e la loro emersione graduale al di sopra del livello del mare.

Se si considera, per esempio, il sollevamento degli ammassi montagnosi più importanti, quali le Alpi, i Pirenei, ecc., si vede che questi sollevamenti andarono soggetti ad una grande quantità di alternative. Le roccie primarie delle Alpi, granito, gneiss, schisti cristallini non portano sopra ad esse verun terreno di sedimento primordiale e primario; esse erano dunque emerse durante i periodi laurenziano, cambriano, siluriano, devoniano e carbonifero. Esse hanno dovuto subìre un movimento di abbassamento durante il periodo permiano, inquantochè portano sedimenti antracitiferi concordanti cogli schisti cristallini. Durante il depositarsi del terreno permiano, le Alpi formavano una regione litorale che si abbassò per ricevervi sedimenti di dolomie, di gessi e di altre roccie del trias. Questo movimento d'abbassamento non è stato generale, ma particolare a certi punti, e si constata allo schiudersi del periodo giurese una serie di oscillazioni che finiscono con un abbassamento completo al di sotto del livello del mare. Allora, sulle Alpi inghiottite si depongono i sedimenti oolitici, completamente marini, poi i sedimenti del periodo cretaceo, di cui gli ultimi soli indicano una tendenza all'emersione sotto forma d'isole, sul luogo delle catene anteriori attuali. Intorno a queste isole, rimaste a lungo poco sviluppate, si depositano i sedimenti marini eocenici del principio dell'èra terziaria. Ma queste catene anteriori continuano ad elevarsi, e formano bentosto, in mezzo al mare eocenico, un continente esposto per la sua mobilità a potenti erosioni e i cui resti vanno ad ammassarsi negli strati della molassa, ove le alternative marine e terrestri accusavano l'instabilità delle rive.

Era la molassa appena consolidata, che lo sforzo della dislocazione raggiunse il suo apogeo, e gli strati miocenici furono violentemente messi sossopra senza che il periodo pliocenico, coll'origine del quale coincide questo movimento, potesse lasciare altre traccie fuorchè taluni depositi torrenziali sui fianchi dei monti e alcuni piccoli bacini lignitiferi ad una certa distanza. Così il sollevamento delle Alpi è stato, se si può espri-

mersi in tal modo, un'opera di lunga lena, e non vi è identità di età fra le catene successive che dividono questa massa montuosa in molte distinte regioni. Le catene interiori sono dell'età eocenica o fors'anche del cretaceo; quelle che seguono datano dal principio del miocene, e quelle dei fianchi sono plioceniche. Questa stessa successione non è assoluta, ed ha potuto verificarsi il caso che, in causa di qualche ripiegamento, si producessero golfi profondi, attraverso i quali il mare inoltrasse nelle catene inferiori già formate (1). Se ne ha la prova in un deposito nummulitico che rinviensi in seno alle Alpi occidentali. La storia delle Alpi orientali non è identicamente la stessa di quella delle Alpi svizzere; la loro emersione è diventata definitiva all'epoca del cretaceo superiore, e già negli ultimi tempi del periodo oolitico esse formavano una catena d'isole, lungo la quale ebbe luogo l'invasione trasgressiva del mare cenomaniano. Il sollevamento delle catene eoceniche parrebbe esservisi compiuto un po' più presto che nelle Alpi centrali. La separazione delle due masse s'operava allora, come oggi, sul posto della valle del Reno. Dal siluriano fino al carbonifero, la regione posta all'ovest del Reno è rimasta in parte immersa, mentre l'ovest formava un continente di roccie primitive, probabilmente in relazione coi Vosgi, coll'altipiano centrale e colla Foresta Nera. Poi le Alpi orientali si sprofondano, e vi si succedono ricche faune triasiche, mentre la maggior parte delle Alpi occidentali rimane emersa. Alla fine di questo periodo, il mare retico invade la regione svizzera che fin d'allora s'inabissa sempre più. Il principale sollevamento delle Alpi occidentali è il risultato di una serie di movimenti, lenti, sussultorî, che ebbero luogo successivamente durante il deposito della molassa. Questi movimenti, rialzando verticalmente sui fianchi delle prime catene alpine le assise inferiori e medie di questa formazione, respingevano a poco a poco all'infuori della zona montuosa, le acque in cui si formavano gli strati superiori, e davano origine a bacini d'acqua dolce in fondo ai quali si depositarono argille lignitifere

A somiglianza delle Alpi, anche i Pirenei sono il risultato di sforzi di dislocazione ripetutisi più volte. Tuttavia, la catena dei Pirenei è molto più semplice, come struttura, di quella delle Alpi; essa non presenta che un unico ammasso di terreni antichi che forma l'asse della catena, ma i cui due versanti sono ben lungi dall'essere costituiti nell'egual modo. Il versante francese è molto più ripido e scosceso del versante spagnuolo; le dislocazioni e le ripiegature a curve vi sono altrettanto numerose quanto complicate. Sul versante spagnuolo, gli strati sedimentarî formano in generale gruppi separati gli uni dagli altri da salti, senza che gli strati vi siano di molto discosti dalla linea orizzontale. Il primo movimento di

(1) De Lapparent. *Trattato di Geologia.*

sollevamento sembra essersi prodotto innanzi che si depositassero gli strati carboniferi, e ciò per la ragione che gli schisti cristallini portano assise primarie con esso concordanti. In seguito appare in discordanza colla serie precedente, una serie continua di strati che va dal piano carbonifero fino alle zone infracretacee. Qui s'è prodotto un nuovo movimento, che introdusse una discordanza fra la serie precedente e quella degli strati susseguentisi, dal cretaceo all'eocene. Alla fine dell'eocene ebbe luogo un movimento più ragguardevole di tutti i precedenti, e che diede ai Pirenei il loro principale rilievo. Noi abbiamo visto che il sollevamento definitivo delle Alpi è stato preceduto dalla formazione di potenti conglomerati della molassa, indizî di un suolo che la sua mobilità rendeva assai accessibile all'erosione; all'egual modo il sollevamento dei Pirenei ebbe per preludio depositi diversi di puddinghe (Palassen, ecc.). Le assise nummulitiche sono portate ad una grande altezza nella catena dei Pirenei, ove, senza essere sensibilmente dislocate, esse raggiungono 3352 metri al Monte Perduto. È durante la formazione degli ultimi depositi eocenici che hanno avuto luogo le principali dislocazioni dei Pirenei (1).

Così il sollevamento definitivo dei Pirenei ha avuto luogo nei primi secoli dell'età terziaria, verso la fine del periodo eocenico; e fu la stessa cosa di quello degli Appennini, che ha la stessa direzione. Il sollevamento definitivo delle Alpi, all'opposto, si verificò negli ultimi secoli dell'età terziaria, verso la fine del periodo miocenico.

Tutti questi sono fatti oggidì sufficientemente determinati. Sembra difficile l'ammettere che l'età relativa delle montagne possa essere letta in certo modo negli archivî del mondo primitivo; tuttavia l'investigazione dei geologi, alla cui testa la nostra riconoscenza deve porre Leopoldo di Buch, Elia di Beaumont e Constant Prévost, vi è pervenuta. La prima idea che si affaccia alla mente, all'aspetto di una montagna, si è ch'essa sia uscita da terra in seguito ad un impulso verticale diretto dal basso all'alto, alla maniera dei vulcani. Tuttavia, allorchè si sa che il globo terrestre s'è necessariamente rattrappito raffreddandosi, si sente che non ha potuto farlo senza dar origine a ripiegature, a cavità interne, a vôlte, a dislocazioni della scorza esterna, e che queste dislocazioni hanno necessariamente prodotto delle montagne. Allorchè si analizza la struttura delle montagne, si constata che nella maggior parte dei casi, nel centro degli ammassi montagnosi, la roccia primitiva sorge attraverso le fenditure dei piani sedimentarî, e viene a formare le cime culminanti. Ogni terreno sedimentare essendosi deposto, come noi vedemmo, in fondo alle acque, in strati più o meno orizzontali, non può presentarsi in strati inclinati se non quando sia stato sollevato per effetto di una dislocazione posteriore al

(1) De Lapparent. *Trattato di Geologia.*

suo deposito. Una catena di montagne è dunque, come linea di rilievo, più giovane degli strati ch'essa ha drizzati verticalmente. Ma essa è più antica di quelle che sono venute a depositarsi orizzontalmente sui suoi

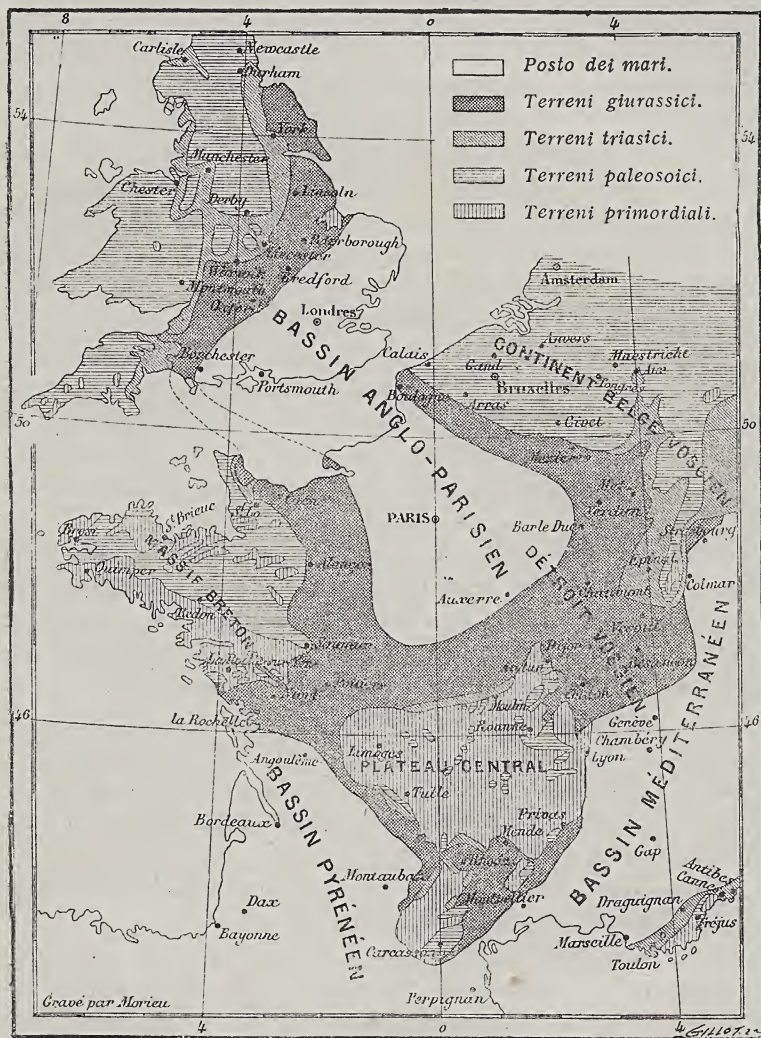



Fig. 288. — La Francia e l'Inghilterra alla fine dell'epoca giurassica. (Secondo il signor Contejean.)

fianchi. Noi abbiamo visto, in un capitolo precedente, che le cose avvengono ancor oggi alla stessa maniera. La principale causa della formazione delle montagne è la contrazione lenta e secolare del globo. È questa formazione attuale delle montagne che dà origine ai terremoti non vulcanici.

Lo stato d'instabilità del nucleo pastoso fa sì che, pressochè ovunque il suolo del pianeta è in oscillazione lenta (1).

Il livello del suolo è in ogni secolo sollevato in certe sue parti, e depresso in altre; ed è la stessa cosa del letto del mare. In causa di questi cangiamenti incessanti e delle cause meteorologiche, la scorza terrestre, sconvolta in più riprese, ha assunto sempre nuove forme dacchè è abitata alla sua superficie da esseri organizzati, e che il letto dell'Oceano è stato sollevato all'altezza delle montagne più elevate. L'imaginazione ha veramente di che atterrirsi quando si sofferma alla considerazione di tutte le irregolarità che, da tal epoca in poi, si sono prodotte nella crosta terrestre. Tuttavia, se si tien conto del tempo che queste irregolarità hanno potuto impiegare a compiersi, non è più necessario, per spiegarle, di turbare la calma ordinaria della natura. Si vede d'altronde che il risultato di questi cangiamenti è, in generale, insignificante, poichè le catene delle più alte montagne non arrecano che una modificazione quasi insensibile alla perfetta sfericità del globo. Così, il Gaorisankar, benchè s'elevi a 8840 metri al di sopra del livello del mare, non dovrebbe essere rappresentato sopra un globo di m. 1.44 di diametro che da un granello di sabbia di un millimetro di spessore.

Sono dunque da considerarsi le ineguaglianze superficiali del globo come di pochissima rilevanza, e la loro distribuzione a un'epoca qualsiasi, può riguardarsi in geologia come uno stato di cose affatto temporario; sotto tale rapporto, questa variazione d'altitudine sarebbe da paragonarsi all'altezza e alla forma che presenta il cono del Vesuvio, nell'intervallo fra due eruzioni. Per quanto poco importante possa essere nondimeno l'ineguaglianza della superficie del globo, relativamente alla sua massa totale, non è men vero per questo che è dalla posizione e dalla direzione di queste deboli ineguaglianze che dipendono principalmente lo stato dell'atmosfera, e così pure il clima generale e locale.

L'età di una dislocazione si determina da quello dei terreni in cui essa si manifesta. Se due assise sedimentari riposano immediatamente l'una sull'altra, in maniera che i loro strati inclinati gli uni e gli altri, non facciano tuttavia l'ugual angolo coll'orizzonte, è chiaro che vi si debba scorgere la traccia dei due sollevamenti successivi, di cui l'uno fu anteriore e l'altro posteriore al deposito dell'assise meno antica. Una frattura è sempre più recente del deposito dei terreni ch'essa ha divisi e la cui età fornisce così un limite inferiore per l'epoca della dislocazione. Siccome, inoltre, gli accidenti d'una stessa regione obbediscono in generale alla legge di direzione, un tale accidente, mal definito lorchè non interessa

---

(1) Veggasi la nostra *Rivista mensile d'Astronomia popolare*. Non passa *giorno* senza che terremoti non vulcanici facciano oscillare sensibilmente il suolo. Le montagne continuano a formarsi — e a deformarsi.

che un piccolo numero di strati, può essere legittimamente riferito alla stessa età di altri dello stesso allineamento, che abbiano implicato un maggior numero di assise. È un'analisi delicata a praticarsi in ogni singolo caso, mercè l'aiuto di tutti i caratteri che l'osservazione permette di registrare.

Se vi è possibilità di arrivare a definire con qualche precisione l'età di una dislocazione elementare, è molto più difficile il determinare l'epoca della formazione di una grande linea di rilievo. A vero dire, non vi sono guari catene di montagne la cui struttura non porti l'impronta di rivoluzioni successive, separate le une dalle altre da intervalli di riposo più o meno completo.

Quando si forma un'importante linea di altitudini, essa modifica potentemente il dominio continentale, respinge lontano da sè certi mari e cangia, in una parola, in modo da poter valutarsi, la carta della regione. È dunque questa carta che è necessario ricostruire in diverse epoche riavvicinate, per poter riconoscere a qual momento i contorni oceanici hanno subìto le modificazioni più profonde. Ma non basta per ciò fare, il notare accuratamente i punti in cui si cessa di osservare tale o tal altra formazione marina o lacustre. Bisogna altresì tener conto delle parti più o meno considerevoli che l'erosione ha fatto scomparire, e non accettare come indizî di una spiaggia che le formazioni che, dalla natura dei loro elementi minerali o da quella dei loro fossili, presentano un carattere incontrastabilmente littorale.

« Si comprendono subito le difficoltà di siffatto còmpito, diremo noi con un eminente geologo, quando si pensi che certe spiagge sono scomparse senza lasciare tracce di sorta. La ricostituzione delle antiche spiagge, fondata su di un'esatta determinazione delle formazioni littorali, è il preliminare indispensabile degli studî orogenici particolari. Ora, questa ricostituzione non può essere intrapresa che a titolo di riassunto finale dei documenti forniti dalle carte geologiche su grande scala. Non si tratta già, come si fa sovente, di dare un'idea generale della disposizione rispettiva delle terre e delle acque ad una certa epoca, a modo d'esempio. Bisogna che questi contorni marittimi si applichino con rigore ad un momento esattamente fissato della storia geologica; vale a dire all'inizio o alla fine di un dato piano. Prefiggere questo programma, è dire che l'ora di una esatta determinazione dell'età delle dislocazioni successive non è ancor giunta, e che bisogna aspettare che i rilievi geologici particolareggiati, così attivamente studiati ai giorni nostri, abbiano detto la loro ultima parola » (1). Fino ad ora, noi dobbiamo limitarci ad apprezzare, più esattamente che ci sia possibile, *la formazione successiva dei*

---

(1) De Lapparent. *Trattato di Geologia.*

terreni, e solo dopo ciò tentare di renderci conto con giustezza dello stato della natura terrestre alle epoche corrispondenti a queste formazioni.

Noi non possiamo, senza compromettere la chiarezza di questi studî, invadere ora il campo delle formazioni dell'epoca terziaria per completare ciò che noi avremmo a dir qui delle alternative di sollevamento e di abbassamento delle Alpi, dei Pirenei, delle diverse catene di montagne, e così pure dei cangiamenti nella configurazione geografica dei mari e delle terre. Vi faremo ritorno per altro descrivendo queste formazioni ulteriori. La cosa più importante era per noi il formarci una idea esatta di questi cangiamenti geografici e l'attribuire alle carte retrospettive il valore relativo che appartiene a ognuna d'esse senza andare al di là della esatta registrazione di questi documenti.

Il principale interesse, nella contemplazione di queste epoche scomparse, consiste sopratutto nella *vita* che ne formava la caratteristica, e indubbiamente nessun'epoca potrebbe rivaleggiare con quella che noi visitiamo

Fig. 289. — Testa fossile d'ittiosauro.

ora per la stranezza delle forme dominanti di questa popolazione. È con una curiosità mista a stupore che noi vediamo oggidì apparire a noi innanzi i rettili giganteschi dell'epoca giurassica, e in ispecial modo gli ittiosauri e i plesiosauri, proprî di questa fauna.

Si può dire dei rettili ch'essi rappresentino il passato: essi regnarono sovrani per moltissimi secoli sulla superficie del globo; vi si vede apparire una lunga serie di animali appartenenti a forme assolutamente scomparse, in confronto delle quali i rettili che vivono oggi sono veri pigmei. Certi rettili dell'epoca secondaria ponno essere salutati come i più giganteschi di tutti gli animali terrestri conosciuti: la loro statura era superiore a quella degli elefanti e dei cetacei; ci rimangono dell'epoca secondaria femori di più di due metri d'altezza, ciò che rivela bestie di una forza così erculea da oltrepassare ogni imaginazione. Intieri gruppi, di cui nulla può darci una idea della natura attuale, hanno percorso gli oceani ed abitato la terra ferma o le paludi; essi sono scomparsi senza possibilità di riapparizione, e senza lasciare discendenti; taluni di questi gruppi sono isolati ad un tal punto da differire dai nostri animali attuali assai più di quanto il serpente differisca dal coccodrillo; ed è a centinaia che si incominciano a conoscere questi antichi rettili che hanno, durante sì

lungo tempo, avuto alla superficie del globo l'ufficio dei nostri mammiferi: se ne trovano di carnivori, di erbivori, di insettivori, di frugivori; essi sono ovunque, sulla terra ferma, in seno alle acque e nell'aria. Se l'epoca primaria ha potuto, a giusta ragione, essere chiamata il regno dei pesci, si può dire dell'epoca secondaria che essa ha visto il *summum* nello sviluppo dei rettili.

Gli strani animali che fanno, per così dire, passaggio dai rettili ai

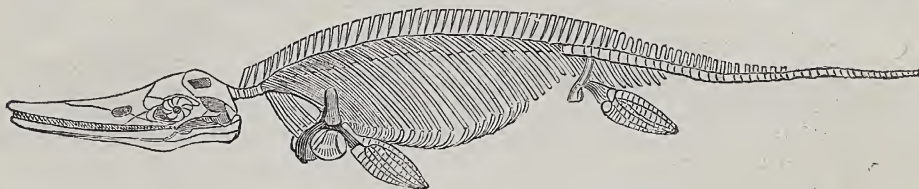



Fig. 290. — Scheletro fossile dell'ittiosauro.

batraci, si estinguono per sempre nelle assise inferiori delle formazioni giurassiche, e i rettili, propriamente detti, sono, all'opposto, al loro colmo di espansione; essi appaiono rappresentati da tutti i grandi gruppi che noi abbiamo nell'epoca attuale, all'eccezione del gruppo dei serpenti che non farà la sua comparsa che allorchè i primi rettili avranno perduto le

Fig. 291. — Dente d'ittiosauro.

Fig. 292. — Dente di plesiosauro.

loro zampe. Si trovano inoltre animali di tipi assolutamente sconosciuti nella nostra fauna, e che sono scomparsi per non più far ritorno durante l'epoca cretacea (1).

Di questi rettili secondarî, quelli che sono conosciuti più *ab antiquo*

(1) Brehm e Sauvage. *I Rettili*.

sono gli ittiosauri, poichè Scheuchzer, fino dal 1708, accenna a vertebre rinvenute nel lias d'Altdorf. Ma, come noi vedremo più innanzi, la natura di questi esseri tanto bizzarri non fu determinata che nella prima metà di questo secolo.

Gli ittiosauri (1) avevano le vertebre di un pesce, la testa di una lucertola, il muso di una focena (2), i denti di un coccodrillo, lo sterno dell'ornitorinco, e le natatoie della balena. Se ne conosce un gran numero di specie differenti, fra cui molte con proporzioni e statura di dieci e financo di dodici metri. Essi sono estremamente numerosi nei terreni giurassici, specialmente nei piani inferiori. La loro testa (fig. 289) era lunga e terminava a punta, con due occhi enormi; i denti erano pieni, lunghi, conici, appuntati (fig. 291) e numerosissimi, poichè si trovarono mascelle munite di cento ottanta denti, che si sostituivano indefinitivamente come nei coccodrilli. L'aspetto generale degli ittiosauri doveva richiamare quello dei nostri cetacei attuali.

Fatta astrazione dalla formidabile struttura complessiva di questo mostro, i soli occhi, della grossezza di una testa umana, dovevano dargli un aspetto veramente spaventevole. All'interno dell'orbita si osserva un circolo, composto di 13 fino a 17 lamine ossee, che servivano probabilmente di sostegno al bianco dell'occhio, a motivo della sua grande dimensione: l'apertura del circolo dava passaggio alla luce. Questo sistema organico, che si riscontra negli occhi di molti uccelli in quelli delle tartarughe e delle lucertole, serve a spingere innanzi la cornea trasparente, o a ricondurla all'indietro, in maniera da diminuire o da aumentare la sua curvatura, e da permettere così la percezione successiva, degli oggetti a piccole ed a grandi distanze, ossia in modo da fare alternativamente, e secondo i bisogni dell'animale, ufficio di lente da miope o da presbite. Dagli occhi in su, il cranio acquista un volume ragguarevole: la fronte si eleva per appiattirsi di nuovo all'indietro; le ossa fanno una prominenza nel mezzo e dalle due parti fino all'occipite, lasciando aperte le cavità che ricettavano l'apparecchio muscolare destinato a far muovere la vasta e lunga mascella inferiore.

A quest'enorme testa occorreva un potente sostegno; è l'ufficio cui adempieva il collo, grosso e corto, e le cui vertebre s'inoltravano nell'interno della testa, mentre la mascella inferiore si muoveva liberamente all'innanzi e al di sotto d'esse. I prolungamenti spinosi che formano la colonna vertebrale vanno ingrandendosi dalla testa in poi fino alla metà della schiena; essi servivano d'appoggio ai cordoni muscolari che si stendevano lungo la colonna vertebrale, fra quest'ultima e le coste, cordoni

---

(1) Etimologia; ιχδυς, pesce; σαυμα, lucertola.

(2) Fr. *marsouin.* Cetaceo comunissimo nei mari boreali, che differenzia dai delfini pel muso corto ed uniformemente arrotondato, in cui è sparita affatto la rassomiglianza trovata da alcuni fra la testa dei delfini e il becco dei grossi uccelli acquatici. *Nota del Trad*

che avevano probabilmente la grossezza di una fune. Le vertebre stesse sono press'a poco circolari, piatte e munite d'incavature pei legamenti cartilaginei mediante cui sono collegate fra di loro. La cresta della spina dorsale, la quale, in altri animali, è per così dire, saldata colle vertebre, non vi aderisce che debolmente nell'ittiosauro, al punto che non la si rinviene intiera che allorchè lo scheletro, sepolto nella marna o nell'argilla, s'è pietrificato col terreno stesso.

Negli animali della nostra epoca, il numero delle vertebre è così ben determinato che serve di carattere distintivo delle famiglie; nei sauri, all'opposto, esso varia, locchè indica uno sviluppo imperfetto e che non s'era ancora formato un tipo costante; la spina dorsale si compone ora di 110, ora di 120, e perfino di 145 vertebre, di cui 45 formano la radice di altrettante coste, che circondano tutto il ventre.

La coda ha da 80 a 85 vertebre, di cui le prime continuano, ai due lati, mediante prolungamenti in forma di mezze coste, andando diminuendo e cessando al punto in cui cessa la cresta della schiena; da quel punto in poi la coda diventa rotonda affatto.

I piedi, palmati, ricordano le natatoie della balena, con questa differenza che essi hanno un maggior numero di dita; ma queste ultime si compongono, come nella mano dell'uomo (eccezion fatta del pollice), di una serie di falangi collegate tra loro mediante muscoli e legamenti cartilaginosi. Questi piedi sembrano fatti piuttosto per nuotare che per camminare, ma hanno potuto servire ai due usi.

Le quattro membra dell'ittiosauro erano corazzate come una manopola, mentre il resto del corpo era sprovvisto d'armatura difensiva (1).

Il gran numero e la superficie biconcava delle vertebre lasciano presupporre una grandissima agilità, mediante la quale, quel mostro, così pesante in apparenza, raggiungeva facilmente la sua preda. Se la lunghezza delle quattro membra appare a tutta prima insufficiente, la struttura delle vertebre caudali e il loro confronto con quelle dei pesci aventi corpo slanciato, indicano per altro che la coda dell'ittiosauro era provvista di larghe e vigorose nanatoie, poste verticalmente, come in tutti i nostri pesci, e non già orizzontalmente come nella balena: si comprende da ciò come, coll'aiuto di un simile remo e della forma allungata del suo corpo egli abbia potuto fendere l'acqua con rapiditià.

Si può vedere nella nuova Galleria di paleontologia del Museo di Parigi

---

(1) L'intelaiatura ossea di queste membra si riconosce tosto dal disegno riprodotto nella figura 290: le membra anteriori s'inseriscono all'omoplata; le posteriori alla coscia, ognuna mediante un solo osso solidissimo che termina con una cavità da cui si dipartono due ossa; alla seconda articolazione se ne aggiunge una terza, poi successivamente una quarta e una quinta; le membra anteriori hanno, per di più esteriormente, una serie di piccole falangi, che parrebbero aver formato un sesto dito; il numero delle falangi varia, dall'uno all'altro dito. da 13 a 17. Le membra anteriori erano composte, nella totalità loro, di 90 ossa; le membra posteriori di sole 60.

un curioso fossile d'ittiosauro nel cui seno si trova ancora imprigionato un piccolo ittiosauro perfettamente formato. La madre e il piccolo feto sono mirabilmente conservati (fig. 293). La paleontologia ha fornito così una prova diretta, dal vero, che questi rettili erano vivipari.

Questo ittiosauro è stato trovato dal naturalista Chaining Pearce, nel terreno liasico di Somersetshire; lo scheletro fossile giaceva disteso sul ventre. Sospeso da qualche cataclisma, l'animale era stato ricoperto di sabbia, e pietrificato dappoi con tutto ciò che racchiudeva, meno le parti molli. Togliendo con ogni precauzione l'argilla indurita, si mise a nudo tutta la faccia ventrale del mostro; essa era perfettamente conservata, e così pure tutta la carcassa ossea.

Ma quale non fu la meraviglia del naturalista, scoprendo, nella cavità del bacino dell'ittiosauro, un altro animale della stessa specie, in miniatura, il cui scheletro era disteso longitudinalmente, colla testa rivolta verso la coda dell'animale madre, e per metà imprigionato dalle ossa del bacino, come se la madre fosse stata d'improvviso fulminata col suo feto.

L'avvenimento della scoperta di un embrione fossile nel corpo pietrificato di sua madre è così prodigioso che, prima di ammetterlo, non si è mancato di scrutarlo in ogni senso; compiute tutte le verificazioni, non si è potuto più serbare alcun dubbio sulla realtà sua. Come noi dicemmo, lo scheletro più grande è stato liberato dal basso in alto, ciò che basta per escludere l'idea che il piccolo scheletro sia stato colà condotto da qualche alluvione; è parimenti affatto inammissibile che lo scheletro più grande sia caduto sul più piccolo, già sepolto nel fango e gli abbia fatto assumere la posizione di un embrione che sta per nascere. La supposizione che il piccolo animale sia stato divorato da quello grosso e sia venuto così a porsi all'orificio del tubo intestinale, deve essere rifiutata per sè stessa, in quantochè questo piccino è talmente esiguo che la sua debole ossatura (che ha d'altronde tutti caratteri di quella dell'ittiosauro) sarebbe stata frantumata nello stomaco del grosso mostro — anche supponendo che i denti l'abbiano lasciata intatta. — Osserviamo intanto che la qualifica di vivipari è inerente all'ordine degli ittiosauri: i pesci cane che hanno essi pure l'intestino grande avvolto a spirale, sono parimenti vivipari, e così pure molte famiglie di serpenti, e fra le altre vipere, di cui il nome stesso indica questa proprietà (*viviparæ*, in opposizione di *oviparæ*, colubri che depositano uova) le salamandre ed alcuni altri rettili.

Quando noi ritroviamo in tal modo le vestigia di questa vita lontana, quando noi ritroviamo, dice Buckland, nel corpo di un ittiosauro, il nutrimento ch'egli aveva inghiottito un momento prima della sua morte, quando lo spazio fra le sue coste ci appare ancora riempito dagli avanzi dei pesci di cui egli si è fatto un boccone or son centinaia di milioni

d'anni, tutti questi immensi intervalli di tempo svaniscono in certa maniera; i tempi spariscono, e noi ci troviamo, per così dire, messi in contatto con tutti gli avvenimenti che si succedettero in quelle epoche incommensurabilmente lontane, quasichè si trattasse degli affari nostri della vigilia (1).

Un'osservazione curiosa si è che non si sono trovati ittiosauri nei terreni secondarî degli Stati Uniti. Questa mancanza fu a lungo uno dei fatti paleontologici più notevoli; poichè fino al 1879, non era stato rinvenuto al di là dell'Atlantico il benchè menomo avanzo osseo di simil genere. A quest'epoca, il professor Marsh ne ottenne un esemplare quasi completo,

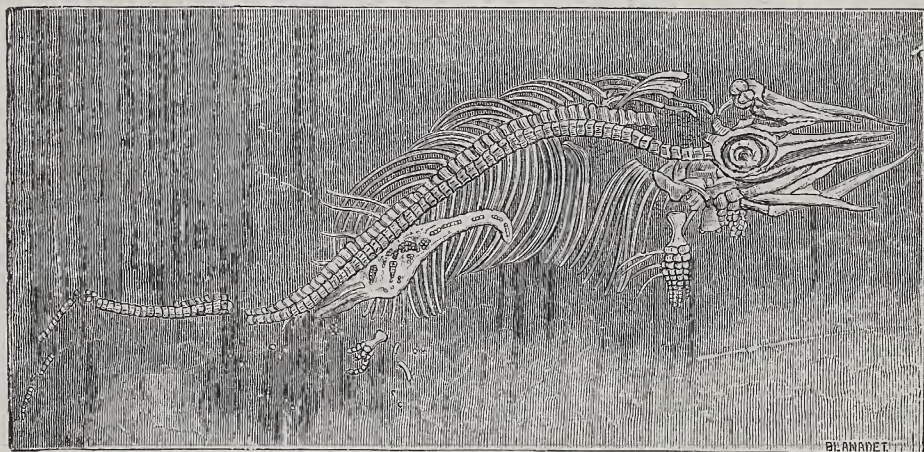



Fig. 293. — Piccolo ittiosauro conservato fossile nel seno di sua madre. (Museo di Parigi.)

che misurava tre metri di lunghezza, proveniente dal terreno giurassico della regione delle Montagne Rocciose, *ma sprovvisto di denti*. Le vertebre, le coste, e le altre porzioni dello scheletro, potevano a stento essere distinte dalle parti corrispondenti di un individuo del genere *Ichthyosaurus*, e in molti punti il cranio si accordava parimente con quello di quest'ultimo. I premascellari erano prominenti; i sopramascellari ridotti; l'orbita vasta e protetta da un anello sclerotico. E tuttavia non vi erano denti; o meglio ancora, faceva perfino difetto un alveolo dentario. Il

(1) È assai curioso il vedere a qual grado di perfezione è stata portata la conoscenza di queste specie antiche, scomparse da sì lungo tempo. Così, per esempio, si sa di che cosa si nutrissero gli ittiosauri, quali specie di animali essi divorassero; si sa come era costrutto il tubo intestinale col quale avevano fine gli organi digestivi. Queste conoscenze sono dovute alla scoperta di certe concrezioni, chiamate *coproliti* (χοπρος, escremento, e λιθος, pietra) conservate allo stato fossile cogli scheletri degli animali. L'esame attento delle coproliti dell'ittiosauro vi ha fatto riconoscere distintamente scaglie di pesci, di denti, ecc. Mediante la forma delle scaglie, si seppe determinare la specie a cui appartenevano i pesci divorati; si è perfino giunti a stabilire che l'ittiosauro divorava animali della sua stessa specie.

dotto paleontologo americano propone di chiamare il nuovo saurio « *Sauronodon* » o saurio senza denti.

Benchè si siano esaminati fino dal 1708, come noi vedemmo, alcuni resti fossili d'ittiosauri, non si è incominciato a studiarli che nel 1814; è in quest'anno che sir Everard Home pubblicò i suoi primi lavori sulle ossa recentemente scoperte nel lias dei dintorni di Lyme-Regis, sulla costiera di Dorset. Nel 1816 e 1818 furono rinvenuti nello stesso luogo nuovi pezzi, e nel 1819 uno scheletro intiero. Nel 1824, Cuvier pubblicò una memoria completa sulla restaurazione di questo rettile singolare. In seguito, se ne trovarono in molti strati del terreno liasico e del giurassico, ma non mai al di là della metà del terreno cretaceo. Se ne distinguono quattro specie principali: l'*ichthyosaurus communis*, la più grande di tutte (dodici metri), i cui denti sono striati e in forma di corona conica; l'*ichthyosaurus platyodon*, i cui denti sono compressi; l'*ichthyosaurus tenuirostris*, che ha il muso lungo e sottile; e l'*ichthyosaurus intermedius* che rassomiglia alla prima specie, ma ha i denti più acuti e meno profondamente striati.

Più strani ancora, e spesso più giganteschi degli ittiosauri, i plesiosauri (1) erano i loro contemporanei durante i secoli di cui noi scriviamo la storia. La loro forma è bizzarra (fig. 294); si imagini una balena il cui tronco sarebbe continuato da un collo rassomigliante al corpo di un serpente, il tutto terminato da una testa estremamente piccola in paragone alla grandezza dell'animale; tali sono i plesiosauri che per certi punti della loro organizzazione, partecipano ad un tempo della natura dei coccodrilli, dei sauri, delle tartarughe e dei cetacei, pur conservando i caratteri che sono ad essi particolari. Talune specie tozze e robuste ricordano un po' gli ittiosauri. La statura di questi plesiosauri doveva essere enorme: i loro denti (fig. 292) hanno più di un piede di lunghezza e certe ossa della coscia sono più grandi di un uomo di media statura. Altri animali che si conoscono sotto il nome di cetiosauri erano non meno spaventevoli; il loro femore aveva più di un metro e mezzo di lunghezza, ciò che sembra dar indizio di animali di diciotto metri di grandezza. Quali pigmei sono i nostri rettili attuali in confronto degli animali di quelle antiche età: e come sembrano piccoli allorchè si mettono in linea parallela con quelli primordiali!

Questi re dei mari giurassici abitavano l'alto mare; le loro membra, in numero di quattro, appiattite come remi, erano essenzialmente conformate pel nuoto che riesciva di tanto più possente in quanto che era favorito dalla forma della coda, alta e compressa, che teneva loro luogo di timone. A motivo della loro respirazione aerea, essi dovevano nuotare,

(2) Etimologia: πλησιος, vicino; σαυρα, lucertola.

non già nella profondità, ma alla superficie delle acque, come il cigno e gli uccelli acquatici. Curvando all'indietro il loro collo lungo e flessibile, essi lanciavano a guisa di dardo di tratto in tratto la loro testa robusta e armata di denti taglienti per afferrare i pesci. Questi animali erano probabilmente vivipari, come gli ittiosauri, e si nutrivano di prede viventi che potevano abbrancare coi loro denti numerosi e spesso temprati come acciaio.

I primi plesiosauri furono trovati anch'essi nel lias d'Inghilterra; è verso il 1821 che Conybeare e De la Bêche ne diedero la prima descrizione. Uno scheletro intiero fu scoperto nel 1824 (fig. 295). Essi vissero, come gli ittiosauri, durante il periodo liasico e giurassico e fino alla metà del periodo cretaceo, non solamente nei mari antichi dell'Europa, ma altresì in quelli dell'America, della Nuova Zelanda e dell'Australia. Se ne sono già distinte 73 specie differenti, di cui 24 nei terreni cretacei. La metà superiore dei terreni giurassici francesi ne diede 14 specie,

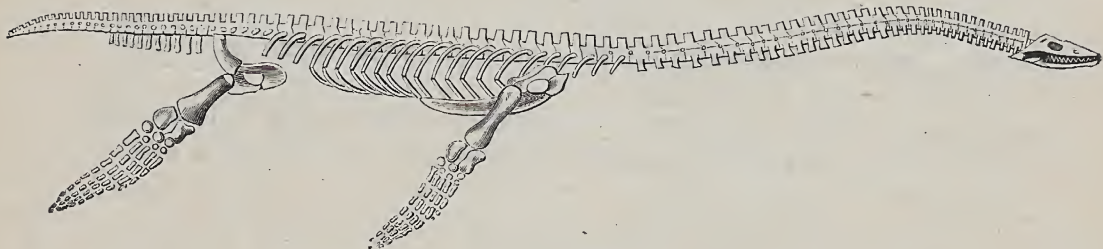



Fig. 294. — Scheletro restaurato di plesiosauro.

che furono principalmente rinvenute nei dintorni dell'Havre e di Boulogne-sur-mer.

Nel 1839 il naturalista inglese Riccardo Owen scoperse un rettile non meno gigantesco del plesiosauro, a cui diede il nome di pliosauro, il quale differisce da quello pel fatto che ha il collo meno allungato, assai più tozzo e chiuso fra le spalle come l'ittiosauro. Nonostante questa differenza, il pliosauro appartiene al tipo dei plesiosauri.

Verso la stessa epoca, Hermann di Meyer, in Germania, faceva conoscere alcuni rettili provenienti dalla parte inferiore dei terreni secondarî e trovati negli strati triasici. Questi animali, designati col nome di notosauri, pistosauri, simosauri, offrono numerosi rapporti coi plesiosauri. Si vede da ciò, come lo si vede dalle diverse razze di cani, così differenti fra loro di statura e di forme, quanto in storia naturale la qualificazione di specie sia prossima affatto a quella di razza o varietà, e quanto sia difficile di racchiuderla in limiti assoluti.

I nostri lettori si renderanno conto dell'aspetto degli ittiosauri e dei plesiosauri, non solamente mediante i fossili da noi riprodotti, ma altresì

mercè i disegni che hanno per scopo di ricostituirli nello stato loro vivente. La nostra figura 286, pag. 457, in cui sono riprodotti il plesiosauro e l'ittiosauro ne dà un'idea abbastanza esatta.

Le ultime scoperte della paleontologia dimostrano per altro che siffatti animali non sono ancora i più straordinarî di quei periodi antichi della storia della Terra. Noi possiamo dichiarare che gli esseri più bizzarri che siano mai esistiti sul nostro pianeta sono ancora indubitabilmente i *dinosauri* dell'epoca giurassica.

Come lo indica il loro nome (1), erano assai terribili che, precedendo i mammiferi, regnarono sulla terra e sul mare, e seppero raggiungere una estensione e una sovranità paragonabili a quelle dei mammiferi attuali. Gli uni erano carnivori e gli altri erbivori; essi si nutrivano delle piante crescenti in seno alle foreste profonde e si divoravano fra di loro. Dal trias fino alla fine dell'epoca cretacea, essi hanno dominato il mondo, contemporanei di volta in volta degli ittiosauri, dei plesiosauri, dei teleosauri, dei mosasauri, ecc. Le scoperte recenti ci permettono oggidì di raccapezzarci in mezzo a tutti questi resti fossili, di ricostituirne le principali specie, e di stabilire diversi gruppi in questa strana popolazione dei secoli secondarî.

A primo tratto, è naturale il raggrupparli in due classi: gli erbivori e i carnivori. Di ognuna di queste due classi noi indicheremo le specie principali:

DINOSAURI.

Erbivori.

I. — Sauropodi (con piedi di lucertola).

Specie principali: Atlantosauro, Brontosauro. — Diplodocus. — Morosauro. — Cetiosauro.

II. — Stegosauri (saurî con corazza).

Specie principali: Stegosauro comune, Diracodon, Omosauro. — Scelidosauro, Hylæo saurus.

III. — Ornitopodi (con piedi d'uccello).

Specie principali: Iguanodon, Camptonotus. — Hypsilophodon. — Hadrosaurus.

Carnivori.

IV. — Theropodi (con piedi da carnivori).

Specie principali: Megalosauro, Allosauro — Ceratosauro. — Labrosauro. — Zanelodon. — Amphisaurus. — Cœlurus. — Compsognathus.

Formiamoci un rapido concetto di ognuno di questi gruppi.

Nella prima serie, notiamo gli atlantosauri e i brontosauri, veri giganti della fauna secondaria. I primi raggiungevano trenta metri di lunghezza, e i secondi circa sedici metri. Erano giganteschi quadrupedi erbivori, i più grandi quadrupedi che siano mai esistiti: si può giudicarne (fig. 297)

(1) Etimologia: δεινὸς, terribile, strano, prodigioso; σαυρα, lucertola.

dal paragone delle sue dimensioni con quelle dell'elefante. Il brontosauro (fig. 298) era plantigrado e aveva cinque dita alle quattro zampe: la sua testa era notevolmente piccola, più piccola di quel che in ogni altro vertebrato conosciuto; egli aveva il collo lungo e flessibile, e il tronco corto. Era probabilmente anfibio. Il paleontologo americano Marsh ne ha restaurato lo scheletro che noi riproduciamo più innanzi. Secondo ogni apparenza, era una bestia lenta e stupida, il cui peso doveva elevarsi a trenta mila chilogrammi. L'animale camminava a guisa degli orsi attuali, ed ogni impronta dei suoi passi occupava circa 90 centimetri quadrati.

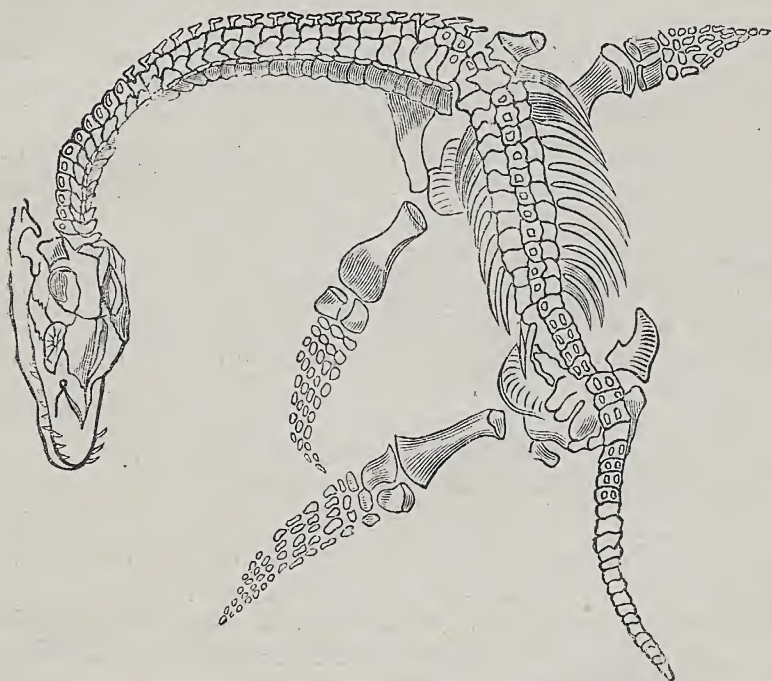



Fig. 295. — Fossile del plesiosauro macrocefalo.

Il diplodocus misurava quattordici metri di lunghezza. Assai rassomigliante al brontosauro quanto alle membra e al portamento, aveva testa piccola, narici alla sommità, costumi acquatici, dentizione ridotta, mancava di denti in fondo alle mascelle, ed era erbivoro. Il cervello aveva minuscolo, come quello di *tutti i dinosauri.*

Il cetiosauro ha lasciato femori fossili di m. 1.70 di altezza; quanto si conosce della testa e della colonna vertebrale raggiunge i dodici metri, ciò che rappresenta un animale da sedici a diciassette metri di lunghezza! Essi potevano vivere sulla terraferma e rifugiarsi nelle paludi o alle foci dei grandi fiumi, soggiornando in genere fra le felci, le cicadee, gli arbusti

di conifere, e circolando in mezzo a foreste popolate da insetti e da piccoli mammiferi. Erano erbivori.

« È tra i sauropodi, scrive il signor Sauvage, che si trovano probabilmente i più giganteschi fra tutti gli animali terrestri: a giudicarne dai residui già rinvenuti, taluni d'essi dovevano raggiungere più di 35 metri di lunghezza! »

Gli stegosauri erano rettili bipedi che raggiungevano una statura di dieci metri circa di lunghezza; le membra anteriori sono assai più corte e meno grosse delle membra posteriori; avevano cinque dita davanti e cinque dietro: piccola testa, cervello minuscolo, meno voluminoso perfino del midollo spinale della parte bassa della colonna vertebrale. Erano acquatici e si nutrivano di piante. Il loro corpo era protetto da un'armatura composta di piastre e di spine, talune delle quali misuravano fin 63 centimetri.

Fra gli ornitopodi, o rettili con piedi d'uccello, i più notevoli sono, senza dubbio, gli iguanodonti. Noi ne discorreremo in particolar modo.

Ma completiamo il quadro generale dei dinosauri.

L'hypsilophodon aveva la statura di un grosso cane. Era un animale quadrupede, digitigrado e provveduto di quattro dita funzionali davanti e dietro. Il suo regime, come lo mostra la dentizione, che occupava le mascelle da un'estremità all'altra, era erbivoro. Appariva sprovvisto di ogni arma offensiva o difensiva.

Il diclonius aveva circa tredici metri di lunghezza. Era bipede (apparendo le membra anteriori assai più corte delle posteriori, come in un gran numero di specie di quest'epoca), digitigrado; avea quattro dita alle mani e tre al piede. La sua testa misurava m. 1.18 di lunghezza. Essa è estremamente appiattita dall'alto in basso, e, vista di sopra, presenta un contorno che richiama in modo meraviglioso quella dell'ornitorinco. L'estremità delle mascelle era rivestita di un becco corneo, e il fondo delle fauci racchiudeva due mila e settantadue denti. Lo scheletro ha una lunghezza totale di circa m. 11.50.

Fra i theropodi, col ceratosauro, noi siamo giunti ai dinosauri carnivori. Questo animale aveva circa sei metri di lunghezza. Era bipede, nelle stesse condizioni degli stegosauri e degli ornitopodi. La dimensione antero-posteriore della sua testa è di circa 60 centimetri; le mascelle ci presentano denti grossi e taglienti da una estremità all'altra. Come il rinoceronte, egli portava sul naso un corno potente. Il megalosauro, era un bipede della stessa classe. Egli abitava, come il teratosauro, gli estuarî e le paludi, e si nutriva di pesci.

Un tipo vicino, l'allosauro, egualmente bipede e digitigrado, ci mostra tre pollici e quattro dita. Le membra posteriori, che portano sole il peso del corno, sono terminate, come nei sauropodi, negli stegosauri e negli ornitopodi da piccole unghie. Le membra anteriori, destinate a trattenere la preda, sono munite di artigli acutissimi.

Il compsognato non misurava che un piede di lunghezza. Egli aveva tre dita funzionali davanti e dietro, ed è in particolar modo interessante per le sue relazioni cogli uccelli. Paragonati ai sauropsidi attuali, i dinosauri, sono affini, da una parte, coi lucertiliani e coi crocodiliani; dall'altra, cogli uccelli. Il compsognato è, fino ad oggi, quello che è *più uccello* fra i dinosauri. Parrebbe essere stato viviparo come il morosauro (animale prossimo al brontosauro) (1).

Il compsognato è stato trovato negli schisti litografici di Solenhofen, in Baviera, che si sono depositati un po' prima della fine dei tempi giurassici; questi schisti a grani sottili, formati sotto acque poco profonde e tranquille ci hanno lasciato animali in un ammirabile stato di conservazione, e pesci e insetti, e perfino esseri completamente molli quali stelle di mare e meduse. « L'animale di Solenhofen, dice il signor Sauvage, è di piccola statura e si fa notare per la sproporzione fra le membra anteriori e quelle posteriori, queste ultime assai lunghe, le altre cortissime; le vertebre anteriori sono convesse in avanti, concave all'indietro; il collo lunghissimo è sormontato da una testa assai rassomigliante a quella degli uccelli; i denti sono numerosi: le zampe davanti e quelle dietro non portano che tre dita; un osso del piede, l'astragalo, è saldato colla tibia, come lo si vede negli uccelli. Il compsognato, in una parola, benchè sia rettile, è certamente uno dei dinosauri che hanno maggior affinità cogli uccelli; è uno di questi esseri, quali noi incominciamo a conoscerne, che, durante i tempi antichi, sembrano aver collegati i diversi gruppi gli uni agli altri, come se questi ultimi avessero avuto un'origine comune ».

Consacriamo ora un'attenzione speciale agli *iguanodonti*, i quali non sono ben conosciuti dai geologi che dall'epoca della sorprendente e preziosa scoperta, fatta recentemente nel Belgio, di tutta una squadra di questi dinosauri sepolti e mirabilmente conservati. Noi riassumeremo nel nostro racconto la dotta descrizione che ne ha dato il signor Dollo, naturalista del Museo di Brusselle, in compagnia del quale noi ebbimo la ventura di visitare, nell'ottobre del 1885, queste interessanti e curiose reliquie dei secoli scomparsi.

La prima scoperta di resti d'iguanodonti data dal 1822. In quell'anno Gedeone Mantell, naturalista inglese, raccoglieva nella formazione wealdiana di Tilgate-Forest (contea di Sussex), i primi denti dell'animale al quale si doveva dare, alcuni anni più tardi, il nome d'iguanodonte. Questi denti erano così notevoli (fig. 296) che avrebbero fatto meravigliare pel singolare loro aspetto, l'osservatore più superficiale. Essi non potevano d'altronde venir confusi coi denti di coccodrilli, di megalosauri e di plesiosauri, soli rettili provvisti di denti incontrati fino allora in quei

(1) L. Dollo. *Rivista delle questioni scientifiche*, 1885.

terreni. Tre anni più tardi, lo stesso naturalista, credette di poter assimilarli a quelli di un'iguana, e ne fu così vivamente scosso che dichiarò inutile l'insistere più a lungo sulle loro concordanze, e propose di chiamare l'animale dai denti d'iguana, *iguanodonte*.

Il genere *iguanodonte* era così creato sopra l'ispezione di un dente. Nove anni trascorsero prima che si potesse mettere la mano sopra una serie d'ossa di qualche importanza che accompagnassero i denti d'iguanodonte. Nel 1834, se ne misero in luce alcuni frammenti fossili, ma bisogna arrivare fino all'anno 1868 per veder l'animale press'a poco completamente descritto da Huxley.

Fino alla scoperta di Bernissart, non si erano ancora raccolti iguanodonti intieri. Si possedevano nozioni esatte sulla posizione di questo saurio nella scala degli esseri, ma si difettava ancora di nozioni precise sulla sua lunghezza totale, sulle proporzioni delle diverse parti del suo corpo, sul suo cranio, sulla sua cintura scapolare e sulle sue membra anteriori.

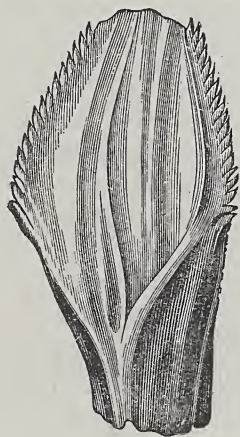



Fig. 296.
Dente d'iguanodon.

Il 7 maggio 1878, il signor Van Beneden, professore all'Università di Lovanio, annunciava all'Accademia del Belgio, che una quantità ragguardevole di ossa di rettili giganteschi era stata recentemente trovata, a 322 metri di profondità, nella fossa Santa Barbara della cava di carbone di Bernissart, villaggio situato fra Mons e Tournai; vicino alla frontiera francese. L'illustre paleontologo insisteva sul cattivo stato di conservazione dei fossili, e li riferiva dubbiosamente al genere Iguanodon. Con questi rettili se ne trovavano molti altri e specialmente avanzi di testuggini, di coccodrilli, di pesci e un numero ragguardevole di piante. L'estrazione di questi fossili, presentava numerose difficoltà: l'esecuzione era delicata e costosa, mentre il risultato rimaneva incerto. Si osservò dapprima che la galleria di riconoscimento aveva attraversato un iguanodonte da una parte all'altra e l'aveva distrutto, dalla testa fino al bacino in maniera da non lasciar sussistere intatte che le membra posteriori e la lunga coda dell'animale. Tuttavia i lavori di sgombro intrapresi per l'asportazione dei fossili, misero allo scoperto altre traccie di cui si fecero alla lor volta indagini, e ben tosto si acquistò la convinzione che l'individuo attraversato dalla galleria era ben lungi dall'esser solo, e che avrebbero potuto essere esumati scheletri intieri.

A misura che si progrediva nel lavoro d'estrazione, si incontravano nuovi avanzi, e negli stessi materiali d'escavo, si raccolse un'infinità di piccoli rettili, di tartarughe, di pesci e di vegetali. Finalmente, dopo tre anni di faticoso lavoro, e di scavi intrapresi fra 322 e 356 metri di

profondità, la scienza potè contare nel suo attivo ventinove iguanodonti, di cui un buon numero completi, cinque coccodrilli, una salamandra e migliaia di pesci e vegetali (1).

Per la loro forma generale, pel portamento e pel modo loro di camminare, essi ricordano il canguro, ma un canguro gigantesco. La loro testa è relativamente piccola, e assomiglia a quella degli equini.

Con questi iguanodonti si sono scoperti, come dicemmo, numerosi resti di testuggini terrestri e fluviatili che raggiungevano perfino i quattro metri e mezzo di lunghezza, e molte centinaia di pesci le cui specie sono tutte d'acqua dolce.

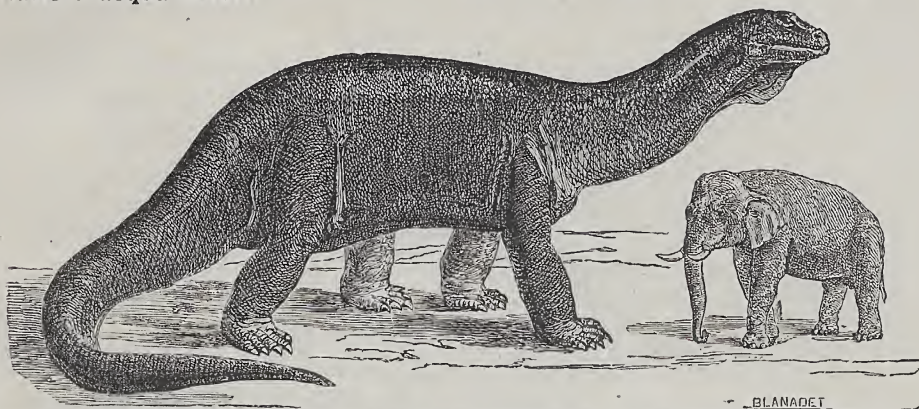



Fig. 297. — Forma e grandezza probabili dell'*atlantosauro;* il più grande degli animali che siano esistiti (lunghezza 35 metri).

Un corso d'acqua dolce attraversava dunque la vasta fenditura di Bernissart; ma, a giudicarne dall'alternanza dei suoi depositi colle argille

(1) Se la scoperta di quest'importante serie di esseri estinti era stata difficile, la loro estrazione lo fu ancor più, e non si potè condurla a buon fine che colle maggiori precauzioni. Le ossa non avevano, in realtà, alcuna consistenza, e cadevano in polvere tostochè le si toglievano fuori. Allo scopo di ovviare a questo grave inconveniente, si ebbe ricorso ad un processo che ricorda alquanto quello impiegato dai giardinieri per trasportare zolle d'erba. Come essi non strappano già i fili d'erba l'uno dopo l'altro per trasportarli di volta in volta, ma distaccano successivamente a piastre la terra che porta quell'erba, la stessa cosa si fece per le ossa degli iguanodonti. Si tagliò a blocchi l'argilla che conteneva le ossa, ed è in questo stato che si decise di estrarre quest'ultime dalla galleria e di ricondurle alla superficie. Ora, questi blocchi, di cui molti misuravano m. 1,50 in lunghezza e in larghezza su di un'altezza di m. 0,60, erano esposti, per effetto delle loro dimensioni, a cadere in frantumi. È quanto bisognava evitare ad ogni costo. Per giungere a tal risultato, si imaginò di circondarli di una fascia rigida, allagandoli nel gesso da scultori. Il blocco era in tal modo intonacato su quattro delle sue faccie, dopo la qual operazione lo si conduceva alla superficie del suolo. Là, lo si consolidava mediante cerchioni di ferro, e si terminava il suo rivestimento ricoprendo di gesso le due estremità. Dopo ciò, il blocco riceveva un numero e tutti i blocchi appartenenti ad uno stesso animale, erano contrassegnati con una lettera comune; si evitava in tal maniera di mettere la testa di un individuo sul corpo di un altro, ecc. Oltre a ciò, fu accuratamente compilato un piano indicante la posizione dei diversi blocchi di ogni esemplare, in modo da poter collocarli più tardi esattamente nelle posizioni relative ch'essi occupavano, allorchè facevano parte integrante dello strato argilloso.

Ciò fatto, i blocchi il cui peso totale si elevava a non meno di 110 000 chilogrammi, avvolti nel loro intonaco di gesso, furono messi in stuoie da imballaggio, e trasportati colla strada ferrata a Brusselle ove giunsero senza ostacoli al Museo di Storia Naturale.

nerastre, si può trarne la conseguenza che esso dipendeva da periodici ingrossamenti. All'infuori di queste piene, il crepaccio doveva formare una palude; la vegetazione lo indica, e così pure il rinvenimento degli animali fossili. Il suo fondo era occupato da una mota o limo fangoso in cui venivano a seppellirsi i residui delle felci, amiche dell'umidità che crescevano sulle rive di quel padule. I giganteschi iguanodonti volendo attraversarla, vi si sono completamente affondati: ed è, per questa circostanza, che i loro scheletri intieri hanno potuto essere conservati durante migliaia di secoli, e che noi possiamo possederli oggi nella loro integrità. Vennero rinvenuti sdraiati sul fianco, e più o meno deformati dalla pressione delle terre sotto cui rimasero sepolti.

Non è questo d'altronde un caso isolato. Si sono messi allo scoperto nel limo pliocenico di Dursart (Gard) alcuni elefanti che erano stati sepolti nella stessa guisa. Nonostante l'enorme distanza di tempo che separa i due depositi, esiste un rapporto evidente fra le loro tombe rispettive: la consistenza e il colore si rassomigliano. Solo, nel Gard, si trovano foglie di quercia, mentre nel Belgio non si hanno che felci caratteristiche, proprie di una località invasa dalle acque.

Tre specie d'iguanodonti sono oggidì ben caratterizzate: l'*Iguanodon Prestwichi*, l'*Iguanodon Mantelli* e l'*Iguanodon Bernissartensis*.

I. L'*Iguanodon Bernissartensis* misura m. 9,50 dalla estremità del muso alla fine della coda, e, rizzato in piedi sulle sue membra posteriori — abitudine che aveva nel camminare — si eleva a m. 4,36 disopra del suolo.

La sua testa è relativamente piccola e assai compressa secondo il diametro bilaterale. Le narici sono spaziose e tramezzate quasi nella loro regione anteriore. Le orbite sono di grandezza media, allungate secondo la verticale. L'estremità delle mascelle, superiore e inferiore, è senza denti; essa era, a quanto sembra, sormontata da un becco corneo. Il resto di questi organi è munito di 92 denti, la cui struttura indica un regime erbivoro. Come nei rettili attuali, i denti venivano sostituiti indefinitamente, ossia tostochè l'uno d'essi appariva usato e guasto, gliene succedeva un altro.

Il collo è moderatamente lungo, e contiene, oltre al proatlante, dieci vertebre che, dalla prima in fuori, portano tutte un paio di piccole coste. Esso doveva essere mobile.

Il tronco è composto di 14 vertebre, riunite solitamente da tendini ossificati, ultimi resti della muscolatura assai sviluppata nei serpenti e che serve in essi a produrre i movimenti laterali della colonna vertebrale.

La coda è un po' più lunga del resto del corpo: essa ha 5 metri e comprende 51 vertebre. È assai compressa lateralmente, e ricorda quella del coccodrillo.

Le membra anteriori sono più corte delle posteriori, massicce e potenti, e terminano con una mano avente cinque dita. Il primo dito, o pollice, ha la sua falange ungueale trasformata in un enorme sprone, che rivestito della sua cornea, doveva essere un'arme terribile. Il secondo, il terzo e il quarto dito possiedono ognuno tre falangi, di cui l'ultima, od ungueale, portava un piccolo zoccolo corneo. Il quinto dito, che è assai lungo e singolarissimo, era opponibile agli altri come il nostro pollice, e permetteva così all'iguanodon di afferrare e di avvicinare eventualmente a sè i rami degli alberi i cui frutti servivano al suo nutrimento.

Le membra posteriori sono le più voluminose, e la loro struttura ricorda quella delle zampe degli uccelli.

II. L'*Iguanodonte Mantelli* si distingue dall'*Iguanodonte Bernissartensis* in ispecial modo pei caratteri seguenti:

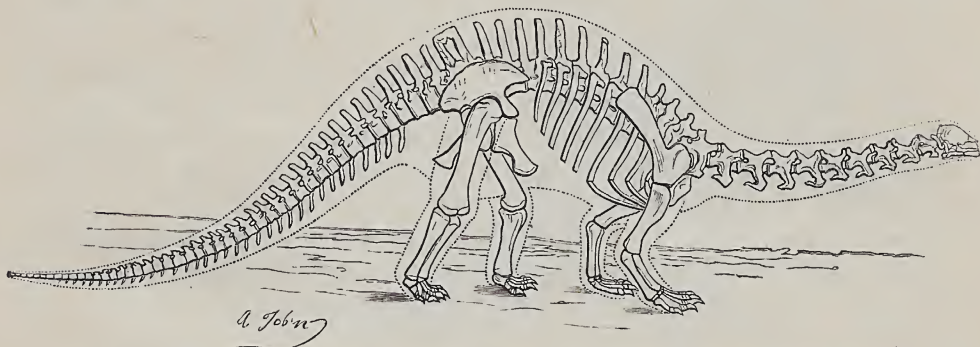



Fig. 298. — Animali del periodo giurassico: il brontosauro (1/125 della grandezza naturale).

1.° Non è grande che da cinque a sei metri, invece di dieci.
2.° Non ha che cinque vertebre al sacrum, in luogo di sei.
3.° Le narici sono molto più spaziose.

III. L'*Iguanodon Preswichi* si fa notare per la presenza di quattro vertebre solamente al sacrum, e per la minor complicazione dei suoi denti.

Noi possiamo raffigurarci pertanto gli iguanodonti come animali anfibî, che si nutrivano di vegetali. Essi spezzavano questi ultimi colla ranfoteca o becco corneo con cui avevano fine le loro mascelle, e la triturazione si faceva nella retrobocca coll'aiuto di 92 denti, continuamente rinnovati, di cui facemmo menzione più sopra. Erano probabilmente acquatici. Le circostanze in cui i dinosauri di Bernissart furono trovati, dimostrano che questi animali dovevano vivere in mezzo a paludi e sulle rive di un largo fiume.

Dato che gli iguanodonti passassero una parte della loro esistenza nell'acqua, noi possiamo figurarci, mediante le osservazioni fatte sul coccodrillo e sull'amblyrhyncus (grande lucertola marina delle isole Galla-

pagos), due modi di incedere del nostro dinosaurio, diversissimi l'uno all'altro, in seno al liquido elemento.

Quando nuotava lentamente, egli si serviva delle quattro membra e della coda. Voleva invece procedere rapidamente per sfuggire ai suoi nemici? Allora rattrappiva le sue membra anteriori — le più corte — ritraendole lungo il corpo, e si serviva unicamente della sua appendice caudale. In quest'ultimo modo d'incesso, è evidente che più le gambe della parte anteriore sono piccole, e più esse si nascondono facilmente, e causano, per conseguenza, minor resistenza al muoversi dell'animale nell'acqua. La conformazione di tutti i mammiferi acquatici fornisce un'egual attestazione.

Sulla terra, questi animali camminavano servendosi delle sole membra posteriori. In altri termini, essi erano bipedi alla stessa maniera dell'uomo e di un gran numero d'uccelli, e non già *saltatori* come i canguri. Oltre a ciò essi non si appoggiavano punto sulla coda, ma se la lasciavano semplicemente trascinar dietro.

Essendo gli iguanodonti erbivori, dovevano essi servir di preda ai grandi carnivori della loro epoca. D'altra parte, essi soggiornavano in mezzo alle paludi. Tra le felci che li circondavano, essi avrebbero scorto difficilmente, o non scorgevano affatto, giungere i loro nemici. In piedi, all'opposto, il loro sguardo poteva aggirarsi su di una grande estensione. Aggiungasi ancora che, in piedi, essi erano in grado d'afferrare il loro aggressore fra le loro braccia corte ma vigorose, e di ficcargli nel corpo i due enormi speroni, assai verosimilmente provvisti di un corno tagliente, di cui le loro mani erano armate (1).

I nostri lettori si renderanno conto della statura di questi esseri bizzarri mediante lo scheletro fossile inciso nella figura 299, e meglio ancora certamente mercè il bel disegno della figura 300, che rappresenta l'incontro e la lotta di un iguanodonte e di un megalosauro in una foresta giurassica (2).

Recentemente affatto, in questo stesso anno (1885), il signor Dollo ha restaurato un nuovo rettile trovato nel cretaceo dell'Hainaut, e al quale ha dato il nome di *Hainosauro*, « saurio dell'Haine » (fiume) per corrispondere al termine di mosasauro « sauro della Mosa » già dato a rettili

---

(1) L. Dollo, *Rivista delle questioni scientifiche*. Brusselle, 1815.

(2) Questo disegno, dovuto alla matita del signor Jobin (del Museo di Parigi), ricostituisce questi due rettili nel quadro della loro epoca. Il megalosauro che è carnivoro, è in un'attitudine aggressiva: l'iguanodonte (erbivoro) si tiene da parte sua sulla difensiva, pronto a far uso del terribile sperone del suo pollice.

La vegetazione è formata da specie appartenenti ai seguenti generi:

Felci: Scleropteris, Lamatopteris, Stachypteris, ecc.

Cicadee: Pterophyllum, Otozamites, Sphenozamites, ecc. (Piante o alberelli con tronco semplice, e che formano la parte bassa dei boschi.)

Conifere: Brachyphillum, Pachyphillum, Palyssia, Widdringtonia, Araucuria, Baiera. (Alberi di alto fusto, che ricordano la Sequoia, le Araucarie d'Australia, i Cipressi, i Gincko. Vi erano già inoltre veri Pini.)

dello stesso ordine. La lunghezza del cranio misura m. 1,55, e la lunghezza totale del rettile doveva essere di tredici metri. È fino al presente, il più grande mosasauro conosciuto (1).

La testa del mosasauro, che non misura meno di m. 1,30 di lunghezza, e può raggiungere fino i m. 2,50, assomiglia a quella dei monitors. Le mascelle sono fornite di denti acutissimi. Il collo racchiudeva, a quanto sembra, dieci vertebre al massimo, e presentava senza dubbio le proporzioni di quello degli ittiosauri. La mano, con cinque dita, terminava

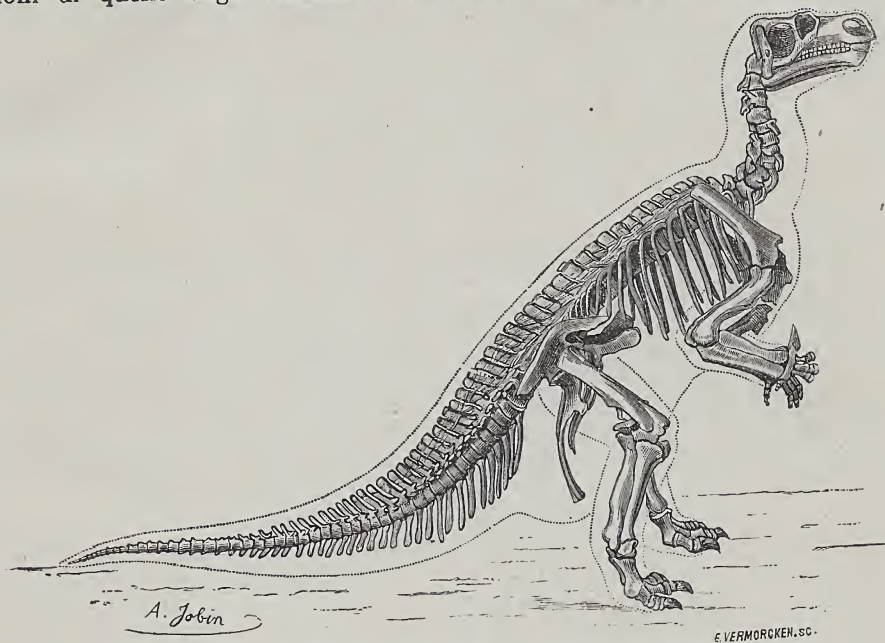



Fig. 299. — Scheletro del principale iguanodonte di Bernissart.

con falangi ungueali sprovviste di artigli e possedeva la struttura della natatoia. Il dito più lungo portava sei falangi; il più corto, quattro. Il signor Marsh figura il pollice come se ne avesse tre. Le membra po-

(1) I primi mosasauri furono raccolti fin dall'anno 1766, in Olanda, a Maestricht, sulla riva della Mosa, da Drouin, ufficiale che si diede cura di acquistare queste ossa fossili di mano in mano che venivano scoperte nelle miniere. Hoffmann, chirurgo della guarnigione, continuò le ricerche incominciate da Drouin, e riunì una gran quantità di materiali, che Pietro Camper acquistò nel 1872, alla morte del loro possessore.

Allorchè l'armata francese s'impadronì della città di Maestricht, nel 1793, Kleber inviò al Giardino delle Piante di Parigi la testa fossile del mosasauro, che era allora nelle mani del Capitolo della Chiesa. Faujas di Saint-Fons la studiò, e credette riconoscere nell'animale di Maestricht, come lo si chiamava allora, un enorme coccodrillo. Questa testa misura due metri di lunghezza.

Cuvier descrisse il cranio e la colonna vertebrale, nel tempo stesso che apprezzò con sano criterio i rapporti zoologici del mosasauro. Egli non potè, in mancanza di documenti, stabilire in modo sicuro la vera natura delle membra. Nondimeno riconobbe che dovevano costituire una specie di natatoie, ch'egli paragona a quelle dei delfini e dei plesiosauri.

Nel 1841, sir R. Owen venne a porre a fianco del mosasauro classico un nuovo genere, il

steriori sono simili alle anteriori nella loro organizzazione, ma un po' più deboli in volume. L'armatura dermica consisteva in piastre di due centimetri all'incirca; queste piastre, lisce sulla faccia interna, erano embricate; si ignora il modo esatto della loro distribuzione sul corpo di quei colossi.

Tutto sommato, dice il signor Dollo, i mosasauri erano rettili che dovevano avere esteriormente l'aspetto di delfini, di grosse focene o porci marini, a modo d'esempio. Si distinguevano però facilmente da essi perchè il loro corpo, in luogo di esser nudo, come quello dei delfini, era ricoperto di piccole piastre ossee; per la presenza di due paia di natatoie, mentre quei cetacei non ne hanno che un paio solo; per la circostanza che la loro coda era compressa lateralmente e non dall'alto al basso, e per la posizione subterminale delle loro narici che non erano punto trasformate in fori da lasciar passar l'aria. Noi li ritroveremo più lungi nel periodo cretaceo.

Da un altro lato, agli Stati Uniti, il signor Marsh ha restaurato egli pure di recente (1884) un nuovo rettile trovato nel terreno giurassico, e al quale ha dato il nome di macelognato. È una specie di testuggine, con denti e becco corneo, in cui i denti erano posti in fondo alla mascella.

A tutti questi esseri già sì svariati bisognerebbe aggiungere ancora i camposauri, su cui si discute in questo momento la vera conformazione. Noi abbiamo fatto conoscenza, d'altra parte, visitando l'epoca triasica, coi singolari *dicynodonti* (fig. 281) dell'Africa Australe. Noi ne ritroveremo altri ancora nell'epoca cretacea. Il naturalista Cotta chiamava quei dominatori « gli alti baroni del regno di Nettuno, armati fino ai denti e ricoperti da un'impenetrabile corazza, veri filibustieri dei mari primitivi ». Questi rettili per altro non sono ancora i più strani di quest'epoca così bizzarra, poichè noi non abbiamo ancora parlato dei rettili volanti, i *pterodattili*, nè degli uccelli con denti, gli *odontoriti*.

Tutti questi esseri sembrano colmare l'iato che, nella natura attuale,

---

leiodon, caratterizzato dai suoi denti. Questa scoperta aumentò il numero delle forme, ma la osteologia del gruppo rimase stazionaria, o poco meno.

Un po' più tardi (1845), Goldfuss presentò come una specie nuova un mosasauro americano, il cui scheletro è oggi conservato a Bonn. Questo lavoro, pur gratificandoci di un tipo inedito, fece progredire assai la nostra conoscenza generale del sott'ordine.

Si produsse allora un gran silenzio, in seguito al quale gli scavi mirabili eseguiti sull'altra riva dell'Atlantico completarono, in un modo insperato, le indicazioni frammentarie raccolte precedentemente.

Il professore Cope nella sua grande opera sui vertebrati cretacei (1875) diede la diagnosi di tre generi nuovi (Platecarpus, Clidastes, Sironectes) rappresentanti insieme ventuna specie.

Infine il professore Marsh, che possiede ora i resti di mille e quattrocento individui del sott'ordine dei mosasauri, fissò (1872) in una maniera definitiva la struttura delle cinture scapolare e pelvica, e così pure delle membra. Otto anni più tardi (1880) egli descrisse lo sterno Gli si deve ancora la scoperta della natura dei tegumenti. Infine, egli caratterizzò cinque generi nuovi (Baptosaurus, Edestosaurus, Holosaurus, Lestosaurus, Tylosaurus) ai quali il signor Dollo ha aggiunto i generi Pterycollasaurus e Plioplatecarpus.

separa i più perfetti fra i rettili, i coccodrilli e le tartarughe, dai mammiferi inferiori, dai marsupiali e dai *meno uccelli* fra gli uccelli, quali lo struzzo, l'emen e il casoaro. Essi sono così discosti dai rettili che si dovrebbe formare per essi una sottoclasse distinta, eguale in valore a quella che si ammette pei rettili attuali; le differenze ch'essi presentano coi nostri rettili sono d'assai superiori a quelle che noi constatiamo fra le testuggini e i serpenti per darne un esempio col prendere i due termini estremi della serie. Noi non conosciamo dei dinosauri fuorchè lo scheletro: è probabile che se ci fosse concesso di sapere quale fosse la loro organizzazione, come avvenisse la loro circolazione, e quale modo di sviluppo essi avessero, noi non esiteremmo a formarne una classe intermedia fra quella dei mammiferi e degli uccelli, e quella dei rettili propriamente detti. Si incominciano a intravedere fra questi animali tipi differentissimi che denotano ordini distinti affatto, quali sono fra loro i pachidermi, i ruminanti od i carnivori fra i mammiferi.

La grandezza e la forma del cranio sono assai differenti secondo i tipi esaminati. Questo cranio, dapprima allungato come quello dei coccodrilli nei dinosauri triasici, si raccorcia negli animali più recenti. In certi animali, come l'*hypsilophodon*, le ossa orbitali sono in connessione colle frontali, come nei mammiferi ed in molti uccelli. Il cervello è essenzialmente da rettile e talvolta piccolissimo. Le ossa intermascellari sono separate; le diramazioni della mandibola non sono unite che mediante cartilagini e non saldate. La composizione del cranio rassomiglia per certi punti a ciò che si vede nei coccodrilli e nei saurî.

Il regime essendo stato svariatissimo nei dinosauri, la forma dei denti differisce notevolmente secondo i tipi esaminati. I carnivori, quali il megalosauro, avevano denti grossi e taglienti, con scanalature sui margini; i mascellari erano armati di simili denti che dovevano essere terribili. Gli erbivori, quali l'iguanodonte, il vectisauro, il laosauro, l'hypsilophodon, avevano i loro mascellari muniti di denti mirabilmente disposti, per spezzare e maciullare: questi denti si consumavano come quelli dei mammiferi erbivori attuali, e venivano sostituiti indefinitamente, ossia tostochè l'uno d'essi era guasto e consunto, un altro glie ne succedeva; esistevano inoltre, locchè più non si osserva nei rettili attuali, dei movimenti della mascella, come nei ruminanti dell'epoca nostra, per permettere ai denti di macinare gli alimenti; la grandezza poi dei fori e dei canali attraverso i quali passavano i nervi, dimostra che questi animali avevano labbra molli e gote senza le quali sarebbe riuscita completamente impossibile la masticazione. Gli hadrosauri, che sono erbivori, avevano i denti disposti in molte file, che formavano, col lungo usarsi, una superficie triturante in forma di tavoliere. Negli erbivori che furono raggruppati sotto il nome di ornitopodi, gli intermascellari non portavano denti; ed è la stessa cosa dell'estremità della mascella inferiore

che è verosimile fosse rivestita di un becco corneo, coll'aiuto del quale l'animale spezzava i germogli e le foglie che costituivano il nutrimento suo.

I tempi secondarî in cui vivevano questi singolari e giganteschi dinosauri ci rivelano veramente il regno dei rettili. È allora che questo gruppo perviene al suo massimo sviluppo. I mammiferi sono assai meschini in quest'epoca e rappresentati solamente dai più infimi fra di essi; i dinosauri sembrano aver avuto in quell'epoca alla superficie del globo l'ufficio che i grandi carnivori e i grandi erbivori vi esercitano attualmente; ma, mentre i mammiferi continuarono sempre a svilupparsi in maniera che offrivano già, verso la fine dei tempi terziarî, il meraviglioso sviluppo che noi ammiriamo oggidì, i rettili sono andati incessantemente diminuendo d'importanza; gli animali superiori hanno a poco a poco avuto il sopravvento sugli esseri di un'organizzazione meno perfetta. Alla fine dell'era secondaria, i dinosauri spariscono per sempre completamente, e senza lasciare discendenza; essi non hanno potuto piegarsi alle nuove condizioni d'esistenza ch'erano ad essi imposte, e sono morti, mentre all'opposto i mammiferi inoltravano ogni giorno verso i tipi più elevati (1).

Durante l'epoca del giurassico superiore, le nostre regioni dovevano essere intercise da lacune, da paludi, da estuarî, frequentemente inondati; queste località privilegiate avevano una vegetazione più ricca e più varia di quella delle parti montuose; là germogliavano le grandi felci, dalle fronde coriacee, mentre i pendii e le alture erano ricoperti da piante che si avvicinavano alle famiglie dei pandani, delle araucarie, delle cicadee colle sementi aventi forma di mandorle, nutrimento dei dinosauri erbivori dell'epoca. Era la stessa cosa al principio del periodo cretaceo, allorchè si formavano i terreni wealdiani.

Si è visto più sopra che i dinosauri sono scomparsi verso la metà dei tempi cretacei: questa disparizione ebbe per causa i grandi cangiamenti che hanno avuto luogo in quest'epoca nella temperatura. « Fino al presente, scrive Contejean, la distribuzione alla superficie del globo degli animali e delle piante, e, nel tempo stesso, la natura dei generi e delle famiglie che compongono le faune e le flore, indicano, in tutte le epoche precedenti, una temperatura uniforme ed elevata, non eccessiva all'equatore, e tropicale almeno fin sotto il 76° grado di latitudine nord. In una parola, regnava su tutto il globo il clima della zona torrida attuale. Durante questa lunga sequela di secoli, non sembra che il calore abbia subìto le menome fluttuazioni; tutt'al più si è fatto qualche tentativo per indicare, dall'aspetto dei sedimenti, i periodi di siccità e d'umidità relativi. Verso la metà dell'epoca cretacea, le cose prenderanno un altro indirizzo, e si incominceranno a scorgere i primi indizî di un raffredda-

(1) E. Sauvage. *I Rettili*, edizione francese dell'opera di Brehm.

Fig. 300. — I re della terra all'epoca giurassica
Iguadonte e Megalosauro in una foresta di felci, di cicadee e di conifere.

mento del nord dei continenti. Questi indizî sono l'assenza di banchi corallini, e la rarità dei coralli sul posto dell'Europa, la mancanza e la rarità delle rudiste al nord del 45° grado di latitudine; infine l'apparizione, negli stessi paraggi, delle famiglie vegetali (amentacee, acerinee, e talune altre) che non penetrano che eccezionalmente nelle regioni tropicali ».

Quest'opulenta epoca giurese è ben propria a farci apprezzare l'estensione della fecondità della Natura, poichè la terra di quei tempi era stranamente differente da quella dei giorni nostri. È utile talvolta il considerare il cosmos sotto il rispetto della vita, e l'applicare gli insegnamenti della natura terrestre alla nostra concezione generale dell'Universo. Coloro che negano l'esistenza della vita alla superficie di altri mondi, potrebbero istruirsi ed ampliare le loro idee senza uscire dalla nostra patria.

Così, per esempio, esaminiamo (fig. 302) (1) un paesaggio di araucarie e di cicadee, in mezzo al quale circolano il gigantesco *stegosauro*, dal corpo rivestito di placche ossee e di spine che gli formano una valida armatura, dalle membra anteriori in particolar modo corte, — il *compsonoto*, altro dinosauro non meno grottesco, — e gli strani rettili volanti, i *pterodattili*.

Non è quello un mondo completamente differente dal nostro? Chi avrebbe osato inventarlo se non se ne fossero scoperti i fossili? Questi abitanti dell'epoca secondaria sono tutti scomparsi colla fine dei tempi cretacei. Sul globo intiero regnava allora il clima della zona torrida attuale; vi si sono ritrovate, fino alle più alte latitudini, le stesse piante e gli stessi animali. È l'età dei rettili, e quali rettili! Il brontosauro raggiungeva, noi lo vedemmo, una statura di sedici metri, e doveva pesare trentamila chilogrammi! L'atlantosauro era più gigantesco ancora. Il cetiosauro d'Europa non la cedeva guari in possanza ai suoi emuli dell'America: se ne giudica facilmente quando si sa che l'osso della coscia raggiunge fino m. 1,70 di altezza, e che quanto si conosce della testa e della colonna vertebrale ha dodici metri di estensione, ciò che dà un'animale di circa sedici a diciassette metri. Gli iguanodonti raggiungevano i dieci metri: il più grande porta una testa di m. 1,10, e le sue zampe anteriori oltrepassavano i m. 2,50 di altezza. « Si imaginino ora tali animali, scrive il signor Zaborowski, riposantisi sulle loro parti posteriori. La loro testa doveva raggiungere la cima degli alberi. Quale aspetto spaventevole avrebbe la loro massa prodigiosa qualora si movesse nel mondo rachitico e stecchito dei nostri climi! Noi oltrepasseremmo a mala pena la loro caviglia! »

Anche senza parlare di tutto l'antico mondo degli ittiosauri, dei ple-

---

(1) Tolto dal Brehm *(Rettili)*, edizione francese di E. Sauvage.

siosauri, dei labirintodonti, dei paleoterî e dei loro emuli della fauna antica, il periodo dei dinosauri basta per renderci testimonianza della varietà e della diversità delle produzioni della forza vitale, anche sul nostro solo e mediocre pianetuzzo. La natura risponde essa stessa a coloro che mettono in dubbio la sua fecondità, e noi non abbiamo nulla ad aggiungere alle sue stesse parole.

Nè le bestie imaginarie inventate dalle mitologie di tutti i popoli, nè le chimere con boccacce scolpite dagli artisti del medioevo nelle gronde artistiche delle cattedrali, nè i fantasmi creati dalla paura nei secoli più tristi in cui il pensiero umano sembrava assonnato in visioni fantastiche, potrebbero rivaleggiare colle filiazioni fantasiose della natura terrestre durante tutti questi informi tentativi all'origine dei quadrupedi e dei mammiferi. Sembra che la natura abbia tutto tentato in proporzioni colossali prima di decidersi per le forme che dovevano un giorno aver fine coll'umanità.

Mentre i mari erano solcati in ogni senso dai giganteschi rettili ittiosauri, plesiosauri, pliosauri, notosauri, di cui nulla della natura attuale può darci la menoma idea, diremo noi col signor Sauvage, mentre sulla terraferma regnavano sovrani i dinosauri, i più curiosi forse di tutti gli animali che ci abbiano tramandato le antiche età, anche i cieli erano popolati d'esseri non meno strani, nè uccelli, nè rettili, che presentavano il curioso carattere d'essere ad un tempo uccelli sprovvisti di penne e armati di denti, e rettili a sangue caldo che non possono nè nuotare, nè camminare. « Sono ben quelli i dragoni della favola, e l'imaginazione più sbrigliata non può filiare, nei suoi più arditi impeti, una collezione di mostri che non sieno vissuti nell'epoca giurassica » (1).

« Non era solamente per la grandezza che la classe dei rettili annunciava la sua preminenza nei tempi antichi; era altresì per le forme svariate e più singolari di quella ch'essa assunse ai giorni nostri. Eccone alcuni che volavano non già col mezzo delle loro coste come i dragoni, nè mediante un'ala senza dita distinte come quella degli uccelli, nè mediante un'ala il cui pollice solo sarebbe stato libero, come quella dei pipistrelli, ma mediante un'ala sostenuta principalmente sopra un dito assai prolungato, mentre gli altri avevano conservato la loro lunghezza ordinaria e le loro unghie. Nello stesso tempo, questi rettili volanti, denominazione quasi contradditoria, hanno un collo lungo, un becco da uccello, tutto ciò infine che doveva dar loro un aspetto eteroclito » (2).

Questi animali strani sono i pterodattili. Le loro mascelle, corte e robuste, sono munite di denti alla loro estremità anteriore, mentre la mascella si prolunga in una specie di becco, probabilmente rivestito di

(1) CONTEJEAN. *Elementi di geologia e paleontologia*

(2) G. CUVIER. *Ricerca sulle ossa fossili.*

un corno osseo, e sprovvisto di denti nei ramforinchi e nei dimorfodonti. Per la disposizione loro, e per loro modo d'impianto, quei denti ricordano assai meglio ciò che si vede nei singolari uccelli a denti dei terreni cretacei degli Stati Uniti, quali l'hesperornis, anzichè quanto esiste nei rettili propriamente detti (1).

I pterodattili erano animali dal volo robusto e rapido; in essi pertanto il membro anteriore è completamente modificato e disposto in vista di questa funzione.

Negli uccelli, che sono gli animali aerei per eccellenza, le ali sono formate da penne rigide fissate per la base loro ad una specie di moncone appiattito e quasi immobile; le due ossa dell'avambraccio non possono girare l'uno sull'altro e la giuntura della mano o carpo non si compone che di due piccole ossa poste su di uno stesso rango; la mano non è costituita che da un pollice rudimentale, un piccolo stiletto rappresentante il dito esterno, e un dito medio composto di due falangi. L'organo del volo è tutt'altra cosa dei mammiferi aerei, quali i pipistrelli. In questi ultimi è una ripiegatura della pelle che serve a battere l'aria, e per sostenerla le dita assumono un'estrema lunghezza.

Come molti altri animali di quest'epoca, il pterodattilo presenta una mescolanza di caratteri ben diversi. Il collo, formato di sette vertebre cervicali, dinota un mammifero: le membrane che servono al volo e si estendono fra i piedi davanti e quelli posteriori, appartengono ad una famiglia determinata di mammiferi, quella dei vespertilî, mentre, secondo la struttura dei piedi, si deve classificare il pterodattilo fra i rettili, avendo i mammiferi a tutte le dita lo stesso numero di falangi; i rettili, all'opposto, ed in ispecial modo i sauri, hanno il più piccolo numero di falangi al dito che occupa il posto del pollice, ed una falange di più ad ogni dito seguente, fino all'ultimo, che ne ha una meno del precedente.

Il pterodattilo, avendo esattamente questa conformazione delle dita, è dunque classificato tra i sauri; era una specie di lucertola volante di media grandezza, e insettivoro, quando si giudichi dalla quantità di insetti che si scoprono in prossimità de' suoi resti fossili, e fra gli altri di libellule d'una bellissima specie, che formavano probabilmente il principale suo nutrimento.

Si è constatato che il pterodattilo era sprovvisto di armatura difensiva e perfino di peli, non portandone traccia alcuna le impronte da lui lasciate. La nostra figura 301 farà giudicare della sua dimensione, relativamente a quella del pipistrello.

---

(1) Una scoperta fra le più interessanti, fatta in Inghilterra, nelle arenarie verdi di Cambridge, arenarie verdi che appartengono alla parte superiore dei terreni cretacei inferiori, è stata quella del modellamento naturale della cavità cranica di uno pterodattilo. Questo pezzo tanto interessante fu studiato da Seeley, e gli ha mostrato che il cervello rassomigliava a quello degli uccelli, della civetta in particolar modo; gli emisferi cerebrali hanno lo stesso sviluppo: il cervelletto e i nervi ottici sono quelli dell'uccello, piuttosto che quelli del rettile.

Negli schisti litografici della Baviera che ci hanno fornito tanti ani-

Fig. 301. — Pterodattilo e pipistrello.

mali del maggiore interesse, e tanti esemplari notevoli per il mirabile

loro stato di conservazione, si è trovato nel 1873 un ramforinco nel quale l'ala è intatta. Questo esemplare, che è stato studiato dal professore Marsh, dimostra che l'ala era una membrana simile a quella dei pipistrelli, liscia e finamente reticolata. La membrana s'attaccava all'indietro, in tutta l'estensione del braccio; il quinto dito, assai allungato, la sosteneva fino alla base della coda. Questa era lunghissima, e le vertebre ne erano trattenute da tendini ossificati; il singolare apparecchio che si vede all'estremità della coda del ramforinco adempieva evidentemente all'ufficio di timone, e serviva a prendere il vento.

I caratteri che noi abbiamo or ora indicati sono talmente particolari, che non è sorprendente che i pterodattili — i quali sono stati così designati anche sotto il nome di pterosauri e di ornitoscelidi — siano stati considerati talora come uccelli, talora come rettili, e talora ancora come animali intermedî fra queste due ultime classi. L'analisi dei fossili ha singolarmente modificato la nozione classica che noi abbiamo ricevuto dei diversi gruppi di animali; noi conosciamo uccelli che hanno denti come mammiferi, e mammiferi che hanno un becco come gli uccelli; certi esseri sono così strani ch'essi hanno potuto essere alternativamente considerati dagli anatomisti più competenti come rettili aventi penne, o come uccelli rassomiglianti a rettili per una gran parte del loro scheletro. I raggruppamenti in classi, in ordini, in famiglie quali noi siamo usi di ammettere nelle nostre classificazioni, non esistono infatti realmente nella natura; vi è una concatenazione continua, se non reale, virtuale almeno degli esseri, gli uni rispetto agli altri; anelli d'una stessa catena, essi si collegano fra di loro. Se i dinosauri rappresentano, in qualche maniera, la transizione fra i rettili, gli uccelli ed i mammiferi, i pterodattili collegano intimamente i rettili agli uccelli e si collocano più accosto a questi ultimi dei rettili propriamente detti. — Come i dinosauri, anche i pterosauri non furono ancora trovati che nelle formazioni secondarie, tanto in Europa quanto nell'America del Nord. Anche essi comprendono tipi diversissimi (1).

I pterodattili giurassici delle nostre regioni avevano la grossessa di un passero, d'un tordo o d'un piccione. Ma agli Stati Uniti, Marsh ha trovato nei terreni cretacei del Kansas, delle ossa che egli ha ascritto al genere ptenarodon e che appartennero ad animali le cui ali dovevano avere da sei a sette metri di apertura! Queste bestie mostruose dovevano essere assai comuni agli Stati Uniti, durante l'epoca cretacea, poichè il naturalista americano assicura che esistono nelle collezioni di Yale-College a New-Haven, nel Connecticut, le ossa di quasi seicento pteranodonti giganteschi.

Questa strana popolazione dei tempi secondarî ha incominciato, come

(1) Brehm e Sauvage. *I Rettili.*

noi vedemmo, coi labirintodonti. Alle forme singolari converrebbe aggiungere le grida selvagge di tutti questi rettili. Quali dovevano essere i muggiti e le urla di questi dinosauri! Quale il gracidare del labirintodonte, questa gigantesca rana, alla riva dei laghi salmastri? Un bove che si metta a gracchiare!

Tutti riuniti poi andarono a portare la distruzione nel mondo pacifico dei molluschi. Essi ne frantumano le conchiglie iridate e si pascono di pesci e di rettili. Nessun essere può resistere alle loro mascelle da carnivori; essi divengono i sovrani del mondo.

Quale fauna bizzarra e fantastica! La scoltura e la pittura negli antichi e nei moderni, hanno allargato i confini del mondo reale, inventando esseri che non hanno mai potuto esistere. Si è d'avviso che le sfingi degli Egizioni, accoccolate nella sabbia, i centuari, i fauni, i satiri dei Greci, i grifoni, mezzo indiani, mezzo persiani, i nostri voraci del medioevo, gli angeli serpenti di Raffaello, non possono trovare alcuna analogia negli esseri viventi che popolarono la terra in quegli antichi tempi. Sembra all'opposto, diremo noi con Edgardo Quinet, che i rettili dinosauri, gli iguanodonti, i plesiosauri potrebbero rivaleggiare coi dragoni dalle fauci infiammate di Medea; i serpenti volanti coi serpenti di Laocoonte; i più antichi ruminanti e i grandi sdentati, il mylodonte, il megatherium, coi tori incoronati di Babele; i mammiferi incerti, i misteriosi dromateri e i dinoterî colle sfingi gigantesche di Tebe; gli ittiosauri colle idre di Ercole e colle arpie d'Omero; il cavallo ipparione dai piedi digitali coi cavalli di Nettuno o col mostro di Rubens dalla criniera sollevata, dalla groppa colossale. Si amerebbe vedere ed udire l'antenato dei cani, l'amphicyon, urlare al bivio della creazione dei mammiferi terziarî. Se gli artisti greci erano ridotti ad imaginare alleanze di forme impossibili, il vero artista moderno non avrebbe invece che a far ricerche nel mondo degli esseri organizzati; egli avrebbe il vantaggio di trovarsi sotto mano forme già elaborate nell'officina della natura; e potrebbe così essere realista pur oltrepassando i limiti del mondo attuale, locchè sembra il supremo scopo dell'arte.

Ogni essere ha il suo quadro naturale. Come, ai giorni nostri, è difficile il rappresentarsi il camello senza associarlo al deserto, è parimente difficile il non associare i crocodiliani dell'epoca giurassica alla forma della terra giurassica di cui erano i soli abitanti. Essi si avventurarono sulla spiaggia. Ma quale terra si trovarono innanzi? Bassa, paludosa, stretta, la piccola isola liasica non richiedeva da verun essere uno sforzo possente per prenderne possesso. Allorchè il branco dei sauri s'era introdotto a stento in mezzo al fango, nessuna preda lo attirava e vi si arrestava. Una zampa informe, corta, palmata, coll'avambraccio serrato al corpo, bastava per occupare e visitare il banco di terra informe, angusto che, di volta in volta inondato e sommerso, offriva un soggiorno anfibio

ad una vita anfibia. E siccome su questo fango disseccato, ove ognuno si trascinava lentamente, non vi erano pericoli da scansare, non vi era altresì nè la necessità, nè il desiderio di fuggire e di affrettarsi. È in questo senso che si può dire che questa antica figura del globo impone la sua forma e i suoi abitanti.

Questa forma fu quella dei rettili. Là dove mancava il suolo, il modo terrestre di progressione non poteva svilupparsi. Non vi era bisogno nè di camminare, nè di correre, nè di volare; bastava l'arrampicare. Coi sauri si fecero strada le testuggini: e siccome si trattava per esse di posarsi sulla terra, e che questa terra non era che un punto, esse non ebbero bisogno di affrettarsi: su questa terra che si sollevava, esse non ebbero che ad arrampicarsi per conquistare il loro dominio, e ricevettero così allora un sigillo quasi d'immobilità.

Sopra questa lingua di terra, se la zampa, se il piede non potevano svilupparsi pel moto e la rapidità, in qual modo l'ala avrebbe potuto acquistare la sua possanza? La necessità dell'ala non si comprende che allorchè grandi spazî terrestri si dischiudono all'orizzonte, e che è necessità l'attraversare per raggiungere una preda visibile da lontano, o per cangiar clima colle migrazioni in altre regioni.

Ma sulle spiaggie desolate dei tempi giurassici, quale essere sentiva il bisogno di tentare il volo per percorrere un sì ristretto dominio? Ed ecco per qual motivo gli uccelli vi fanno difetto. Allorquando compare un primo vestigio d'ali, è l'ala di un rettile, il pterodattilo, colle fauci dentate di un sauro, e due ali membranacee. Ve ne è abbastanza per lui, giacchè non si tratta di attraversare vasti oceani per approdare a continenti che non esistono ancora; non si tratta già di precipitare in un batter d'occhi dall'alto di uno scoglio inaccessibile in una valle aperta al pieno sole. Non vi sono ancora nè montagne, nè valli, ma un suolo unito, scarso, in declivio, a insenature, in cui tutti gli oggetti sono vicini a chi ne fa ricerca. Che il rettile, nascosto nella palude, possa acchiappare al volo uno sciame di libellule o qualche grosso scarabeo, ed ecco quanto basta al suo primo istinto di moto.

Il tempo del vero volo non è ancora venuto: l'ala non si dispiegherà, nella sua massima distesa, che collo spiegarsi e coll'estendersi delle terreferme, col sollevamento delle montagne, coll'approfondirsi delle valli, col cangiamento dei climi, delle temperature, coll'emersione degli arcipelaghi e dei continenti che offriranno luoghi di riposo per le vaste traversate ed uno scopo alle lontane emigrazioni.

Così le età del mondo non passano senza lasciare una figura vivente loro propria. Esse s'imprimono in una maniera incancellabile nelle creature che si succedono, e vivono in esse. Ogni momento della vita mondiale s'è per così dire fissato in un tipo, in una specie, in una famiglia che lo rappresenta. Quando sparisse il deserto, sarebbe ancora raffigurato

nel camello. Sotto questo riguardo, la serie degli esseri organizzati riproduce, ai giorni nostri, la serie delle grandi epoche trascorse. Ogni vegetale, ogni animale, ricondotto al suo tipo, è come una data fissa nella successione degli avvenimenti che formano la storia del globo (1).

Fig. 302. — I dinosauri: Stegosauro e Campsognoto, in un paesaggio d'araucarie.

Tuttavia questa meravigliosa epoca giurassica, la più notevole e la più feconda di tutta la storia terrestre, non ha solamente veduto appa-

(1) Edgardo Quinet. *La creazione.*

rire questa popolazione formidabile e fantastica dei dinosauri e dei rettili alati: era ne' suoi destini di fare un passo più in là ancora nel procedimento della creazione, di andar più oltre nel progresso di tutte queste manifestazioni della forza; essa ha avuto il privilegio di dar la vita all'uccello — non già, senza dubbio, alla rondinella o all'usignolo, ma all'uccello iniziale, all'uccello primitivo.

Fu pure una bella scoperta quella della prima penna d'uccello fossile (fig. 303 e 304). Essa data dal 1860, ed è stata fatta nei terreni giurassici superiori della Baviera, nella pietra litografica di Solenhofen. I geologi dubitavano dell'autenticità di questa penna quando, nell'anno seguente, si trovò, in questo stesso calcare, e vicinissimo al luogo ove era stata raccolta la penna, una parte del corpo dell'uccello primitivo, che ricevette il nome di *Archeopteryx* (1) (fig. 305). Passarono molti anni prima che fosse possibile ottenere nozioni più complete. Owen, nel 1863, ne diede una prima descrizione; Evans, nel 1865, fece apparire una nuova relazione. Nel 1877, un nuovo esemplare, assai più bello e più completo, fu trovato a quattordici chilometri dal punto in cui era stato scoperto il primo. Il primo esemplare fu comperato dal Museo di Londra, il secondo da quello di Berlino. L'esame di quest'ultimo ha mostrato che il cranio ha già la forma caratteristica di quello dell'uccello, ma che è munito di mascelle provviste di denti collocati in alveoli. La grossezza di questo uccello primitivo è quella di un piccione.

Fig. 303.
Coda dell'archeopteryx.

La coda è in particolar modo notevole. Essa è lunghissima, formata da venti vertebre portanti ognuna una penna da ogni lato. È, per le sue vertebre, piuttosto una coda di rettile di quel che una coda da uccello. Del resto, per l'organizzazione sua, l'*archeopteryx* viene precisamente a porsi nella lacuna che separa i rettili dagli uccelli. Si sapeva già da molto tempo che gli uccelli sono rettili trasformati; ma non si erano ancora ottenuti fossili contemporanei di questa trasformazione. L'*archeopteryx* è, sotto ogni rispetto, una delle scoperte più importanti che siano state fatte in paleontologia.

E tuttavia questo rettile-uccello non era ancora che il preludio delle scoperte fatte recentemente agli Stati Uniti sui primi uccelli fossili, scoperte così ragguardevoli, che l'opera in cui sono comprese le principali di esse, e che non è in certa maniera che il catalogo anatomico degli esem-

---

(1) Etimologia: αμχαιος, antico; ητερου, ala.

plarî esaminati, forma un enorme volume in-folio (1) contenente molte centinaia di figure di paleontologia. In questo immenso lavoro del professore Marsh, troppo speciale e troppo tecnico perchè ci accingiamo anche solo a riassumerlo, noi sceglieremo come tipi interessanti i campioni che si troveranno nel capitolo seguente, visitando il periodo cretaceo, in cui essi hanno acquistato tutto il loro sviluppo. Tutti questi *uccelli con*

Fig. 304. — Resti fossili dell'archeopteryx trovati nei terreni giurassici di Solenhofen (Baviera).

denti (più d'un migliaio) sono stati scoperti in compagnia di pterodattili di venticinque piedi d'apertura alare, di mosasauri, di sauropodi e di stegosauri giganteschi.

Secondo il signor Marsh, si rinvengono nel giurassico d'America piccolissimi dinosauri le cui ossa, separate dallo scheletro, non possono es-

(1) O. C. Marsh. *Odonthornithes, a monograph of the extinct toothed birds of north America.* Washington, 1880.

sere distinte da quelle degli uccelli degli stessi strati quando manchi il cranio. Alcuni fra di essi vivevano sugli alberi, e non differivano dagli uccelli che per la mancanza di penne. In qual modo ebbe origine la nascita di quest'ultimo? « Noi ne abbiamo un'indicazione, dice il signor Marsh, nel volo del galeopiteco, degli scoiatoli viventi, delle lucertole e dei ranocchi viventi. Negli uccelli primitivi, viventi sugli alberi, e che saltavano di ramo in ramo, le penne, anche rudimentali, sulle membra anteriori, avrebbero costituito un vantaggio, inquantochè avrebbe loro permesso di spiccare un salto verso il basso o di ammorzare l'impeto di una caduta. Crescendo le penne, il corpo sarebbe diventato più caldo e il sangue più attivo. Con un numero di penne ancor più grande si sarebbe

Fig. 305. — L'Archeopteryx (il più antico uccello fossile che sia stato scoperto).

accresciuta la potenza del volo, ecc. L'aumento d'attività avrebbe avuto per risultato una circolazione più perfetta. »

Il *Ramphorynchus* (fig. 306) può senza dubbio darci un'idea abbastanza esatta di questi piccoli dinosauri volanti, e così pure il pterodattilo (figura 307).

L'embriogenia ha d'altronde dimostrato da lungo tempo l'omologia esistente fra le scaglie, le creste, i pungiglioni, ecc., dei rettili, e i monconi, in forma di bitorzoli, che appaiono nell'embrione degli uccelli, come prime vestigia delle penne. Non è un'eresia scientifica l'ammettere che vi siano stati rettili rivestiti di penne: e tale era forse il caso del compsognathus e dell'archeopteryx. Secondo lo studio fatto dal signor Vogt sul secondo

esemplare scoperto, questo primo fra gli uccelli aveva senza dubbio il corpo nudo, poichè non portava, oltre le penne delle ali, che una specie di gambali a somiglianza dei nostri falchi attuali e un colletto simile a quello del condor. Aggiungasi per di più, che l'ala stessa non era in esso altra cosa che il risultato di questa parziale copertura di penne. Ecco quanto dice questo naturalista dell'esemplare da lui studiato:

« Egli possiede, ad ogni mano, *tre dita*, lunghe, affilate, armate di unghie ricurve e taglienti. Il dito radiale o pollice è il più corto; i due altri sono quasi d'egual lunghezza, ma il secondo ha qualche preponderanza. Queste due dita erano evidentemente riunite insieme da aponevrosi tendinee e serrate. Il pollice è composto di un metacarpo e di due falangi, e le altre dita di un metacarpo e di tre falangi.

Fig. 306. — Il ramforinco.

« Le ali remiganti erano fissate al bordo cubitale dell'avambraccio e della mano, *senza che si possa osservare, nello scheletro, un adattamento particolare a tale scopo*. Il pollice era libero, come le due altre dita, e non portava penne aligere. Si tolgano per un istante, mentalmente, tutte le penne, e si avrà davanti agli occhi una mano tridattila di rettile, quale parrebbe l'abbiano avuta il campsognato e molti altri dinosauri, giudicandone dalla traccia dei loro passi. Io sostengo che nessun scienziato, cui si mostrasse lo scheletro dell'archeopteri, solo e senza penne, *potrebbe sospettare che quest'essere sia stato munito d'ali durante la sua vita.* »

Noi seguiremo più innanzi l'evoluzione degli uccelli, studiando le fasi dell'epoca terziaria.

Il mondo degli insetti, di cui noi abbiamo salutato l'apparizione fin dai giorni più lontani dell'epoca carbonifera (veggasi più sopra pag. 336) va moltiplicandosi rapidamente durante il periodo giurassico, e soprattutto sviluppandosi verso le specie più perfette. Anche qui la gran legge del progresso si manifesta come in tutto l'organismo del regno animale. Noi abbiamo visto (pag. 394) che gli insetti primarî hanno appartenuto alle specie inferiori, ortotteri, neurotteri ed emitteri (blatte, grilli, cavallette, termiti, libellule) e che non si rinvennero ancora in quei terreni antichi residui d'insetti appartenenti agli ordini più elevati degli imenotteri, dei ditteri o dei lepidotteri, api, formiche o farfalle. Nei sedimenti più antichi del periodo giurassico, nel trias, Osvaldo Heer ha

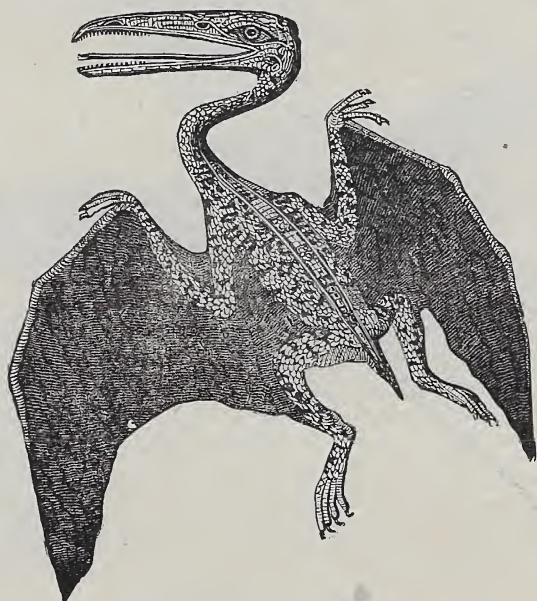



Fig. 307. — Il pterodattilo.

messo in luce, nella sola Svizzera, duemila esemplari rappresentanti tali specie, così suddivise:

Ortotteri	7	specie
Neurotteri	7	»
Coleotteri	116	»
Imenotteri	1	»
Emitteri	12	»

I coleotteri, come si vede, formano la gran maggioranza. Questi insetti forniscono la metà delle specie fossili, e ci dimostrano coll'esistenza loro che la terraferma era occupata da foreste. La famiglia più numerosa d'assai, in confronto delle altre, è quella dei bupresti; essa offre nel tempo stesso le forme più cospicue.

I nostri lettori potranno osservare (fig. 308 e 309) un'ala di scarabeo ed una libellula fossile, raccolte nei terreni oolitici di Stonesfield, presso Oxford.

La ricchezza della fauna entomologica è una prova che la terraferma aveva a quest'epoca una vasta estensione, e che noi non abbiamo ora sott'occhi solo le esistenze del mare liasico. L'esistenza degli insetti acquatici (libellule, coleotteri, ecc.), che erano così numerosi, rivela la presenza di fiumi o di bacini di acqua dolce. Noi sappiamo che tutti gli isolotti dell'Oceano non dànno asilo che a pochissimi animali acquatici; così le isole Canarie, Madera, le Azzorre non ne possiedono che un numero esiguo. La ragione ne è semplice: i ruscelli sono troppo piccoli e quasi completamente disseccati in certe epoche dell'anno, e ciò nuoce alle condizioni d'esistenza degli animali d'acqua dolce. Bisogna che un'isola abbia una certa estensione perchè i ruscelli non vi si inaridiscano. Pur ammettendo che all'epoca giurassica cadessero probabilmente frequenti pioggie ed assai più dei giorni nostri, e che queste pioggie si ripartissero durante l'anno con maggior uniformità che nelle isole da noi citate, la quantità degli insetti d'acqua dolce che noi ritroviamo ci induce a credere che queste isole erano grandissime.

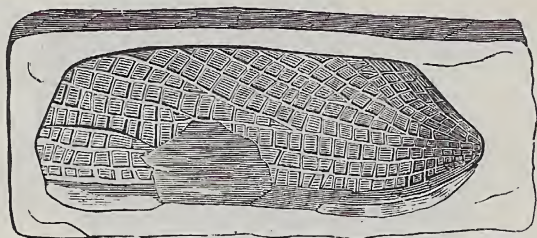



Fig. 308. — Elitra di scarabeo conservata nei terreni oolitici.

In Inghilterra, e così pure in Francia e altrove, durante l'epoca giurassica le piccole folgori (1) saltellavano fra gli arbusti, le libellule si libravano nell'aria, mentre le blatte e le termiti cercavano il loro nutrimento nelle foreste, le cimici selvatiche (2) davano la caccia ad altri piccoli animaletti, e vispi sciami di girini diguazzavano nelle acque.

Là pure pullulavano le cavallette dal ronzìo poco armonioso e stridente. Era tuttavia ben quella la cicala d'estate cantata da Omero.

Si può credere, per analogia con altre classi d'animali, che gli insetti primitivi dovessero avere una notevole grossezza e forme più o meno dif-

(1) *fr. cicadelles* — genere delle Cicadarie, insetti dal capo grossissimo, di cui alcune specie, e fra queste la *Folgora lanternaja* dell'America Meridionale, hanno la proprietà di mandar luce al buio, come le lucciole.

(2) *fr. punaises des bois.* È la *pentatoma grigia* diffusa e comune in tutta Europa, che esala, quando è toccata, un odore fetido e ripugnante. *Nota del Trad.*

ferenti dalle attuali. Noi abbiamo visto infatti fin dall'epoca carbonifera (pag. 395) la grandezza gigantesca del *titanophasma*. Ma fino dai tempi giurassici gli insetti offrono le stesse dimensioni dei nostri.

Se noi osserviamo la proporzione numerica delle famiglie, vedremo ch'essa dinota un clima caldo; noi ricorderemo fra gli altri i bupresti, che sono numerosi, e così pure le termiti e le blatte, ed osserveremo altresì che fra i primi si trovano forme veramente tropicali, e che le blatte hanno ben più analogia con quelle delle zone calde che colle nostre. È la stessa cosa pei vegetali. Le cicadee, e con esse le grandi graminacee e le felci con nervature reticolate, non abitano che le zone calde e torride.

D'altra parte le araucarie s'inoltrano dalle zone calde fino alle temperate, e la thuya fino alle latitudini nordiche; eppure, questi due alberi

Fig. 309. — Libellula fossile del periodo giurassico.

sono, fra le conifere, quelli che scendono maggiormente verso il mezzogiorno; essi non modificano dunque l'ipotesi che noi abbiamo enunciata più sopra, benchè la sola loro presenza non permetta di trarre la conseguenza di un clima caldo. Non è l'aria solamente, ma anche il mare che aveva sotto le nostre abitudini una temperatura più elevata di quella attuale; le ammoniti, prossimi parenti dei nautili, che vivono oggidì nelle Indie, ne sono una prova, e così pure i pentacriniti che non si trovano che sulle coste delle Antille.

Così gli insetti, già assai numerosi e svariatissimi nell'epoca giurassica, ci forniscono la stessa attestazione delle altre specie animali e vegetali in favore della temperatura di questi antichi climi. Noi ne avremo una prova più diretta quanto prima nei coralli dei mari giurassici. Ma, innanzi di dimenticare questi insetti, e soprattutto questi coleotteri antichi è da notarsi come in essi noi possiamo osservare fatti importanti in fa-

vore dell'adattarsi che fanno le specie alle condizioni d'esistenza. Così, per esempio, gli insetti che vivono nell'acqua sono in piccolo numero, in confronto di quelli che pullulano sulla terra; quanto a quelli che vivono

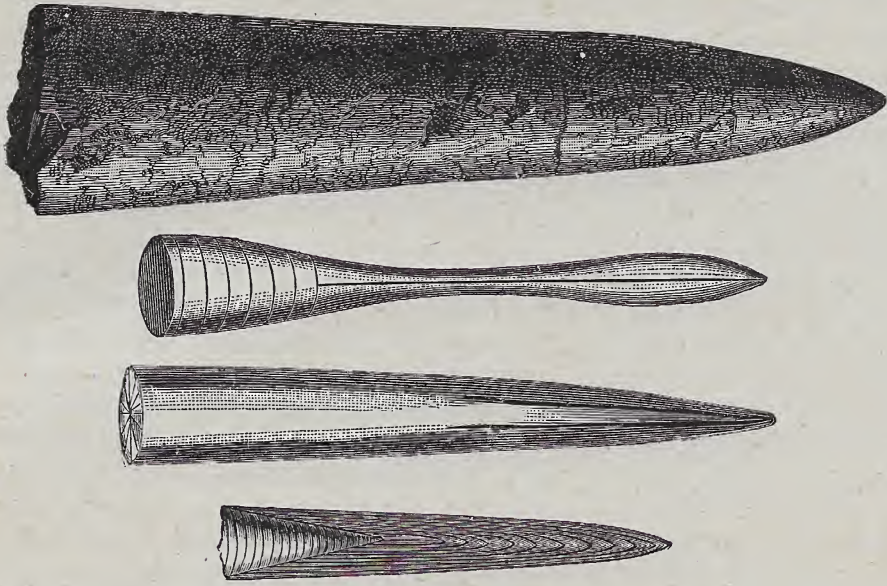



Fig. 310. — Diversi rostri di belemniti dei terreni giurassici.

nel mare, sono d'un'eccessiva rarità; questi articolati infatti non sono organizzati per la vita marina, e ne prende il loro posto, in fondo ai mari, l'immensa popolazione dei crostacei. Tuttavia, vi sono insetti che passano una gran parte della loro vita sotto il mare. Ascoltiamo per un istante il seguente racconto di un osservatore.

Fig. 311. — Terebratula digona. (Grandezza naturale.)

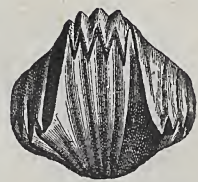
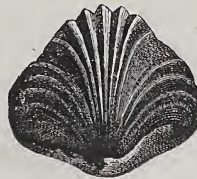



Fig. 312. — Rinconelle vedute da differenti lati. (Grandezza naturale.)

« In un viaggio che feci, nel 1822, scrive Audouin, sulle coste della Loira Inferiore e della Vandea, visitai molte isole dell'Oceano nell'intento di raccogliere crostacei ed altri animali marini. Mi trovavo un giorno,

nel mese di settembre, occupato ad esplorare l'isola di Noirmoutiers, ed avevo approfittato d'una marea assai bassa per inoltrarmi nel letto del mare, fino alla distanza di circa duecento tese, quando fui inopinatamente sorpreso dalla presenza, in mezzo a quelle profondità, di un animale piccolissimo che riconobbi tosto per un insetto. Egli correva precipitosamente sulla superficie delle pietre, sui fuchi, sulle spugne e sugli altri corpi marini appena abbandonati dall'acqua e che erano ancora bagnati dall'ultima ondata.

« A primo tratto sospettai che quell'insettuccio, che evidentemente apparteneva alla famiglia dei carabici di cui, come si sa, tutte le specie sono carnivore e costantemente terrestri, si trovasse colà accidentalmente, e che forse ve lo avessi trasportato io stesso. Tuttavia, ad ogni buon fine, e siccome il fatto mi parve curioso, mi impadronii dell'insetto. Avevo già fatto ritorno alle mie prime indagini, allorchè fui di nuovo distratto dall'incontro di un secondo individuo, e poscia di un terzo. Più lontano ne trovai un quarto, e altrove moltissimi altri. In meno di sei minuti ne raccolsi dieci... Ritornai all'indomani al momento in cui il mare incominciava ad abbassarsi, allo scopo di seguire gradatamente l'onda di mano in mano che si allontanava. Dapprima fui assai sorpreso, nonostante l'attività delle mie ricerche, di non rinvenire alcuno di quegli insetti sul terreno che veniva messo a secco pel primo. Non fu che dopo aver ripassato il livello delle maree ordinarie, e aver raggiunto quello del mare basso che incominciai ad osservarli... In quel giorno fui meglio favorito dalla sorte che nella vigilia. Ne vidi più di una quindicina, ma, in luogo di prenderli, mi posi a studiarli nelle loro manovre, e mi decisi a non abbandonare il posto prima che non l'avessero abbandonato essi stessi.

« Ben tosto io ebbi ragione di rallegrarmi della mia costanza. In realtà, potei convincermi che, tostochè il mare lasciava scoperto il luogo occupato da un insetto, egli ne approfittava per darsi immediatamente alla corsa, e percorreva con agilità la superficie umida del suolo; ma, dacchè la marea incominciava il suo movimento ascensionale, e al momento in cui l'onda stava per coprire il suolo, io vidi a più riprese questi insettucci, in luogo di cercare la loro salvezza nella fuga, affrettarsi a nascondersi sotto qualche pietra vicina, che era tosto sommersa e ricoperta da una massa d'acqua sempre crescente.

« Era dunque fuori di dubbio: 1.° che questi animalucci non abbandonavano il fondo del mare per raggiungere la costa; 2.° che durante tutto il tempo della marea, e cioè almeno durante sei ore essi restavano nel suo fondo e ricoperti, secondo le località, da venti, trenta e perfino quaranta piedi d'acqua.

« Ne viene che questi piccoli esseri non possono respirare liberamente l'aria che con intervalli abbastanza lati, e per pochissimo tempo, e che la loro vita sottomarina è infinitamente più lunga della loro vita aerea.

Ma la natura che è tanto più preveggente, allorchè v'è di mezzo la conservazione degli esseri, quanto più questi esseri sono esposti a maggiori pericoli, ha dato al nostro insettuccio il mezzo di circondarsi di una bolla d'aria, e, per di più, ha fatto in modo che essa non possa che difficilmente sfuggir loro.

« Se si esamina ad occhio nudo, o, meglio ancora, coll'aiuto di una lente, la superficie delle sue elitre, la sua testa, il suo corsetto, le sue antenne, le sue zampe, tutto il suo corpo infine, si vede ch'essi sono coperti da peli di cui molti raggiungono una lunghezza abbastanza grande.

« Se in seguito, com'io ne feci esperimento un gran numero di volte, si fa passare immediatamente questo insetto dall'aria nell'acqua del mare, si osserva che ognuno dei suoi peli trattiene una piccola porzione del fluido elastico, che, riunita dapprima in esigue sferoidi, forma ben presto un globuletto, che circonda d'ogni parte il suo corpo, e che, nonostante l'agitazione dell'animaletto nel correre dentro l'acqua, sul fondo o contro le pareti del vaso ove lo si è collocato, non lo abbandona mai... Pertanto il nostro insetto porta sempre con sè uno straterello d'aria; e, quando si nasconde sotto una pietra, egli vi si trova momentaneamente nelle condizioni degli insetti posti liberamente nell'aria. »

L'insetto studiato da Audouin era l'*æpus marinus;* più tardi, nel 1848, Carlo Robin ha scoperto a Dieppe una nuova specie di cui il dottor Laboulbène ebbe a tracciare la storia; le osservazioni sull'*æpus Robini*, sono venute a confermare quelle di Audouin; ma quelle che il dottor Coquerel ha potuto fare in seguito a Brest sono ancor più complete; più fortunato dei suoi predecessori, egli ha scoperto la larva.

L'*æpus Robini*, dice egli, come l'aveva osservato il signor Robin, non si rinviene che sotto le pietre fortemente aderenti al suolo, nei luoghi ricoperti da una ghiaia grossolana e sempre al di sotto dei limiti delle maree. Io ne ho trovato quasi trecento individui in queste condizioni, e non mai in altre. Allorchè il mare s'è appena ritirato e la sabbia è ancor molle e inzuppata, non se ne vede un solo: essi stanno allora rimpiattati nei piccoli fori, ad una profondità abbastanza grande. Non escono di là che allorquando il suolo incomincia ad essere meno umido, e si vedono correre colla maggior velocità, tostochè si sollevi la pietra che serviva loro di ricovero.

« L'esistenza di questi curiosi insetti è dunque completamente dipendente dal fenomeno della marea. Essi rimangono assopiti sotto l'acqua fino a che il mare è alto, e non diventano attivi e liberi che allorquando esso si ritira. E se, per una perturbazione delle leggi fisiche, l'oceano scoprisse le nostre coste con minor regolarità, la specie di cui ci occupiamo perirebbe senza dubbio; esempio interessante delle armonie mi-

rabili che si rinvengono ad ogni piè sospinto nello studio delle leggi della natura. Non è senza interesse il notare altresì che questo insetto non si rinviene sulle rive del Mediterraneo dove non vi è marea. Io l'ho cercato molte volte, senza risultato, sulle coste di Provenza. »

Questo esempio, tolto per l'appunto dall'ordine dei coleotteri, uno dei più antichi tra i fossili, è assai acconcio per istruirci sull'origine delle specie. L'essere cangia per adattarsi a nuove condizioni d'esistenza. Fu la stessa cosa per gli insetti divenuti ciechi che abitano le caverne; i loro peli si sono allungati, avendo la sensibilità tattile sostituito la sensibilità ottica. Ma facciamo ritorno all'epoca giurassica e completiamone la descrizione generale. Noi abbiamo passato in rassegna tutta la popolazione di quest'epoca: ci rimane ancora a dire dei molluschi e delle specie inferiori che continuano a sussistere nonostante il progresso. E perchè non sussisterebbero? Quelle le cui condizioni d'esistenza non cangiano, quelle che soggiornano, per esempio, in fondo ai mari, non mutano la natura loro. D'altra parte la forza vitale del pianeta non è definitivamente cessata, nè abbiamo prova alcuna che il protoplasma non continui a formarsi e a dar vita agli organismi primordiali.

Abbiamo visto, al principio di questo capitolo, che il terreno giurassico affiora alla superficie del suolo su di una parte importante della Francia. Una striscia ragguardevole si estende dall'ovest all'est, allargandosi notevolmente allorchè ci avviciniamo al Giura ed all'Argonne; la si segue facilmente dalla Roccella a Nevers, Dijon, Langres, Chaumont, Neufchâteau, Nancy, Metz, Luxembourg, e così pure nella sua biforcazione verso il sud-est attraverso il Giura e le Alpi. La ricchezza di fossili di questo terreno fa sì che la maggior parte dei fanciulli si esercitino, fino dai loro primi anni, senza saperlo, nella geologia e nella paleontologia. Chi scrive queste linee ha in questo momento sott'occhi un'intiera collezione incominciata fin dai primi sollazzi d'altri tempi sulle colline dell'Alta Marna, dell'altipiano di Langres e sulle rive della Mosa, Vi si osserva innanzi tutto una quantità di « bastoncini pietrificati » d'ogni grandezza (fig. 310) da uno e due centimetri fino a quindici e venti di lunghezza. Questi « bastoncini » neri ed appuntati sono chiamati « pietre del tuono » dai vignaiuoli. Vennero pure considerati come scherzi della natura, concrezioni pietrose, stalattiti, denti di pesci, e talvolta si diede loro anche il nome di « artigli del diavolo, » ecc.; essi sono così numerosi che non vi ha, per così dire, che ad abbassarsi per prenderne. Queste pietruzze coniche e terminanti in punta, sono tutto quanto rimane di un mollusco cefalopodo marino assai sparso nei mari di quest'epoca, sono rostri di belemniti: noi avremo occasione di studiarle quanto prima in modo speciale. Ve ne erano tante, che le si rinvengono in ammassi enormi. Si può vedere nelle collezioni geologiche del Museo di Parigi una piastra

di schisto proveniente dal lias d'Inghilterra su cui si contano più di novecento rostri di belemniti riuniti in uno spazio di cinquanta centimetri quadrati. Questi pezzi erano d'altronde di una conservazione facile sul fondo del mare, il quale, sollevato dipoi, li ha portati col suolo su cui noi camminamo oggidì a tre, a quattro ed a cinquecento metri d'altezza, per non parlare che delle regioni della Francia. Con questi rostri di belemniti, i fossili più comuni che la natura pone essa stessa nel paniere di una collezione da fanciulli sono le terebratule (fig. 311) e le rinconelle (fig. 312). Un po' meno grosse delle noci di albicocco, queste conchiglie pietrificate offrono forme che non sono senza eleganza. Le prime sono allungate a foggia di mandorle, sorpassando una delle due valve d'alquanto

Fig. 313. — Frammento di blocco composto unicamente di rinconelle agglomerate.

l'altra alla sommità sua; le seconde hanno le due valve chiuse a scatola sopra piani differenti mediante fessure ermeticamente chiuse. Le si trovano talvolta in tali quantità che blocchi di pietre di molti chilogrammi sono per intiero formati da un'agglomerazione esclusiva di queste conchiglie sovrapposte, e che si ponno facilmente distaccare le une dalle altre inquantochè non sono tenute insieme da alcun mastice. Le terebratule e le rinconelle erano molluschi brachiopodi, assai sparsi nei mari giurassici.

Si è disegnato nella figura 313, dal vero, e in grandezza naturale, un frammento di un blocco di un chilogrammo scelto nella piccola colle-

zione di cui parlammo testè, composta unicamente di rinconelle aderenti insieme in una stessa roccia (1).

Le pietrificazioni d'ostriche sono più rare in questi terreni; tuttavia la collezione da fanciullo di cui abbiamo parlato più sopra ne possiede molte, e così pure molti ricci di mare. — Tutti questi terreni appartengono al piano oolitico inferiore al bathoniano. La Mosa, come la Marna, ha le sue sorgenti in quelle colline, sui versanti delle quali si trovano pure grifee, ammoniti, pettini e polipai, ecc., e scorrono fino dai primi tempi dell'umanità su questo suolo che il mare giurassico ricopriva colle sue onde. — Noi vi trovammo altresì dei pezzi di legno pietrificato, di cui possediamo diversi esemplari: vi ebbero là, ai tempi giurassici, rive e foreste. Chi potrebbe enumerare le oscillazioni e i più leggieri fremiti dell'epidermide dell'essere Terra?

Fig. 314. — Terreni giurassici medî visibili sulle scogliere del Calvados.
v. Vierville. — *vv*. San Lorenzo. — *vvv*. Sant'Onorina. — *J*. Piano oolitico inferiore.
1. Oolite inferiore. — 2. Calcare argilloso. — 3. Argilla di Port en Bessin. — 4. Calcare di Caen o grande oolite.

Un altro lembo di terreno giurassico parte dalla Loira, all'est d'Angers, per elevarsi direttamente al nord, espandendosi sui dipartimenti dell'Orne e del Calvados attraverso Argentan e Caen (2).

In Normandia, sulla costiera del Calvados, le argille inferiori, particolarmente ricche di fossili, dello spessore di 60 metri e sprovviste di minerali di ferro, affiorano a livello del mare vicino a Dives, sotto la scogliera delle « Vacche Nere. » Le argille che seguono, alternantisi con

(1) Esse sono così comuni, che la sede stradale della ferrovia da Langres a Neufchâteau ne è, per così dire, pavimentata ad intervalli, in special modo al piede di Bourmont: la vita rapida dell'umanità dei giorni nostri, circola sulle mummie di milioni d'esseri pietrificati che ci richiamano quelle epoche lontane di cui nessuno vedrà il ritorno.

(2) Noi abbiamo visitato queste formazioni in Normandia nel mese di giugno 1885, in compagnia del signor Vimont, il dotto laborioso fondatore della *Società scientifica Flammarion* d'Argentan, al quale dobbiamo un gran numero di fossili trovati da lui stesso nei dintorni secondarî e primarî dell'Orne, che vi sono simultaneamente rappresentati, dal siluriano fino al giurassico. Vi è là un contrasto evidentissimo: il viaggio da Bagnols alla vallata d'Auge è ad un tempo fra i più pittoreschi ed i più istruttivi. Le acque dell'epoca quaternaria hanno escavato le ricche valli del paese d'Ange. Ponendosi sulle alture e, per esempio, sulla collina di Montreuil-la-Combe, non lontano da Trun — ove un osservatorio meteorologico sarebbe mirabilmente collocato — si domina tutto il paese, e ognuno può rendersi conto, a prima vista, dei rapporti e delle armonie che collegano la preparazione geologica dei secoli antidiluviani alle produzioni della terra e allo stato attuale dell'umanità.

banchi di calcare e noduli, sono parimenti riempite di fossili; l'*ammonites cordatus,* una grande ostrica dilatata, ecc., forma intieri banchi. Al piede di queste scogliere denudate, che franano continuamente sotto gli assalti delle onde, si possono raccogliere con tutta facilità le numerose specie fossili contenute in queste argille oxfordiane. Le ammoniti, allo stato piritoso (solfuro di ferro), brillano con un vivo splendore e

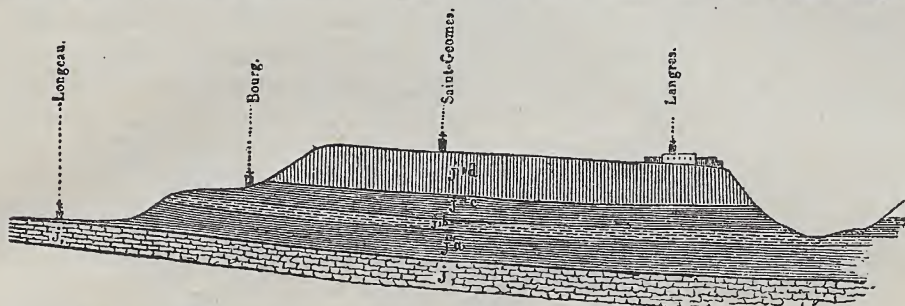



Fig. 315. — Sezione presa nei terreni giurassici medî (da Langres a Longeau).
j' Piano oolitico inferiore. — j' *a.* Marne brune. — j' *b.* Calcare argilo-ferrugineo e belemniti. j' *c.* Marne fogliettate. — j' *d.* Calcare con entrochi, punte di ricci di mare, ecc.

sono ben conservate; ostriche di diverse forme, trigonie con grosse coste e le terebratule sono particolarmente abbondanti. Tutte queste specie si vedono egualmente nella scogliera, disposte in mezzo alle argille in cordoni allineati nei livelli successivi.

Assai meno estesa di quella dell'est della Francia, questa lingua di terra giurassica non è per questo di minor interesse nello studio della geo-

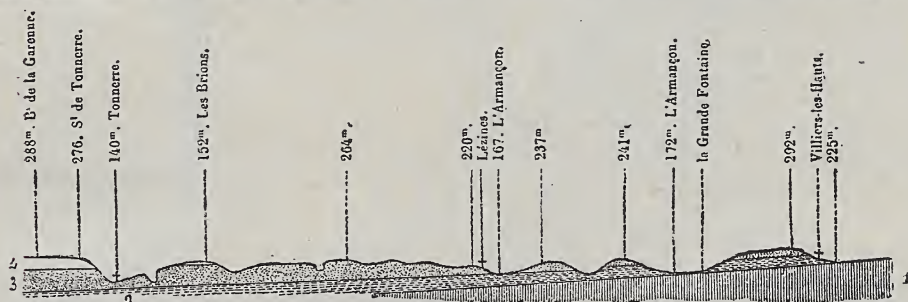



Fig. 316. — Sezione presa nei terreni giurassici superiori (dintorni di Tonnerre).
I. Piano bathoniano. — 2. Oxfordiano. — 3. Coralliano. — 4. Kimmeridgiano.

logia. Si può dire altrettanto di quella della Provenza. Ci manca lo spazio per descriverli nei loro particolari; tuttavia alcune vedute e qualche sezione di terreni saranno utilissime per completare quanto ne abbiamo detto in proposito al principio di questo capitolo, ed a tal uopo abbiamo riprodotto più sopra alcune di quelle che illustrano la *Descrizione geologica della Francia* dovuta agli studî di Dufrenoy ed Elia di Beaumont. Una di esse (fig. 314) ci mette sott'occhi i terreni giurassici medî (piano

oolitico inferiore) che si vedono sulle costiere del Calvados, fra Vierville, Port en Bessin e Avranches, strati sovrapposti che dànno un aspetto così pittoresco a quelle scogliere. L'altra (fig. 315) rappresenta una sezione degli stessi terreni fatta nel Dipartimento dell'Alta Marna, sul promontorio che s'inoltra come un capo da Longeau a Langres, a 473 metri di altezza, e nei fianchi del quale la Marna ha le sue sorgenti a 381 metri d'altezza. Una terza (fig. 316) raggiunge i piani superiori dell'epoca giurassica, i piani bathoniano, oxfordiano, coralliano e kimmeridgiano, in una sezione fatta in Borgogna nei dintorni di Tonnerre. Queste sezioni

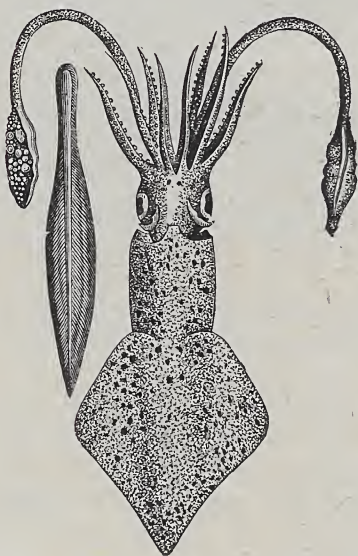



Fig. 317.
La seppia attuale e il suo ossicino.

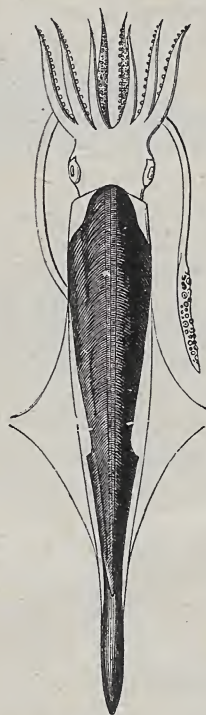



Fig. 318.
Belemnite restaurata.

completano assai utilmente la classificazione dei terreni data più sopra (pag. 456).

Ma ritorniamo agli esseri viventi di quelle lontane epoche.

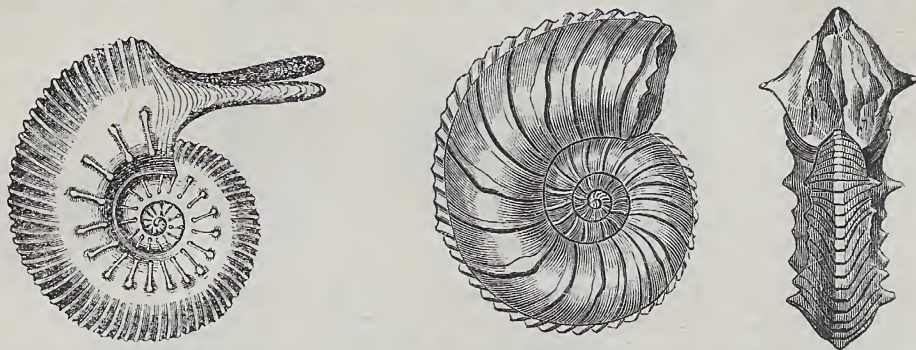
Noi parlavamo poco fa delle belemniti e delle pietre aguzze da esse lasciate. Erano molluschi cefalopodi affini ai grandi calamari attuali che vivono in alto mare, seppie, polipi, piovre, ecc. Le belemniti erano le piovre degli oceani secondarî. Tutti conoscono le seppie, non solamente per averle viste alla riva del mare o negli acquarî, ma altresì per l'inchiostro che ha il colore speciale conosciuto col loro nome, e per le ossa di seppia che si dànno agli uccelli nelle gabbie per aguzzare il loro becco,

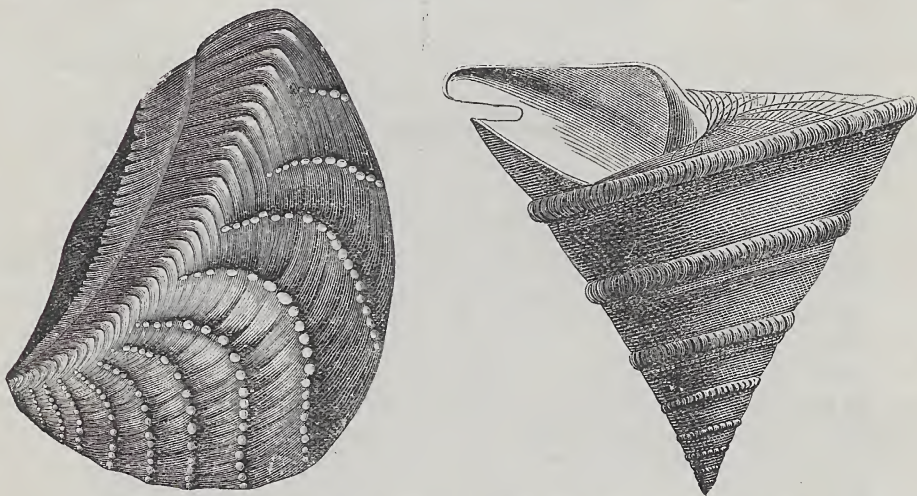
Fig. 319. - Alla riva del mare durante il periodo giurassico.

o di cui si fa uso per la fabbricazione della sandracca. Le belemniti segregavano come le seppie (fig. 317), un inchiostro denso che si è perfino ritrovato nella borsa dell'animale allo stato di polvere fossile, e di cui si è potuto servirsi per eseguire disegni con questa seppia *vecchia di milioni d'anni.* Dalle indagini speciali di Blainville e D'Orbigny, si sa oggidì che le belemniti raggiungevano talvolta una dimensione di due metri (fig. 318). Se ne conoscono cinque specie principali. Era un cefalopodo buon nuotatore che doveva soprattutto nuotare a ritroso, nella posizione orizzontale rappresentata nella figura 320. È nei terreni giurassici che le belemniti raggiungono il loro massimo. Non ne esistono più oggigiorno.

I cefalopodi provvisti di tentacoli, gli ammonitidi soprattutto, sono in pieno progresso per raggiungere il loro maximum durante il periodo cretaceo, in cui noi li ritroveremo quanto prima. Facciamo notare tra i più curiosi, l'ammonite Giasone (fig. 321). Nel numero degli acefali e dei gasteropodi di quest'epoca, osserviamo altresì la trigonìa clavellata (figura 322) e la pleurotomaria conoidea (fig. 323). I ricci di mare sono numerosi e svariati (figura 324). I crinoidi raggiungono un secondo ed ultimo maximum; d'ora innanzi più non faranno che declinare. Ad un dato livello, essi formavano in talune regioni veri campi sottomarini, e i loro *entrochi* costituiscono quasi da soli assise di un grande spessore e assai estese nel Giura di Borgogna e della Franca Contea. I principali generi sono il pentacrinus (fig. 325), l'apiocrinus, il millecrinus, l'isocrinus. Essi avevano in generale uno stelo lungo e diritto ed un calice formato da parti assai serrate; le braccia erano libere e talvolta assai ramificate. Tutti questi molluschi hanno lasciato i loro resti nei terreni che studiamo ora, e, risuscitandoli col pensiero, possiamo renderci conto della popolazione antica di quei mari.

Fig. 320. — Belemnite che nuota.

Ma ciò che può farci meravigliare maggiormente sono ancora, senza dubbio, i banchi di corallo che appaiono caratteristici degli ultimi secoli del periodo giurassico, e che diedero ad un'intiera suddivisione il nome di piano coralliano. Questo piano è notevolmente sviluppato nella

Ammonite Giasone. Ammonite Margaritas.
Fig. 321. — Molluschi cefalopodi del periodo giurassico.

Mosa, ove misura da centoventi a centocinquanta metri di spessore nel Giura, in Isvizzera, in Provenza, nel Delfinato, in Borgogna, ed in Normandia, verso Trouville. In tutte queste regioni i calcari oolitici, che

Figg. 322-323. — Molluschi acefali e gasteropodi del periodo giurassico Trigonia clavellata o pleutomaria conoidea.

formano l'abituale corteo dei banchi coralligeni, sono frequentissimi, e così pure i calcari compatti a grani sottili, indizio sicuro di depositi effettuati nei grandi fondi, lontani dall'agitazione delle onde. Il terreno coralliano si mostra generalmente costituito da potenti assise di calcari bianchi massicci, formati da coralli, gli uni spezzati, gli altri conservanti

ancora la posizione ch'essi occupavano al tempo del loro sviluppo. Inferiori in potenza ai banchi dei nostri mari tropicali, quelli del piano co-

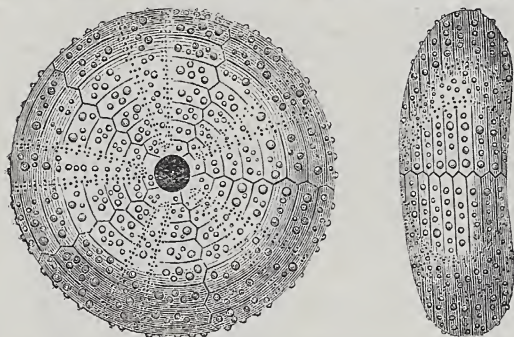



Fig 324. — Ricci di mare del periodo giurassico.

ralliano avevano tuttavia il sopravvento per quanto concerne la superficie loro, poichè vengono rinvenuti sotto tutte le latitudini. Si troveranno

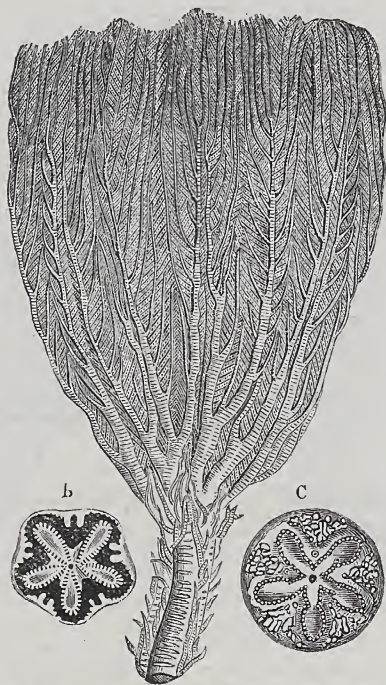



Fig. 325. — Crinoidi del periodo giurassico.
Pentacrinus fasciculosus. — *a*. Grandezza naturale. — *b*. *c*. Articolazioni del ramo ingrossate.

nella fig. 327 i principali esemplari lasciati in questi terreni da diversi polipi corallini.

Indicheremo ora col naturalista svizzero Osvaldo Heer, i banchi di coralli disseminati fra il mare giurassico, nei cantoni di Basilea, Soletta,

Berna, fino a Porrentruy ed in Francia. Questi banchi di corallo, scrive egli, hanno avuto in Europa un ufficio analogo a quello dei banchi co-

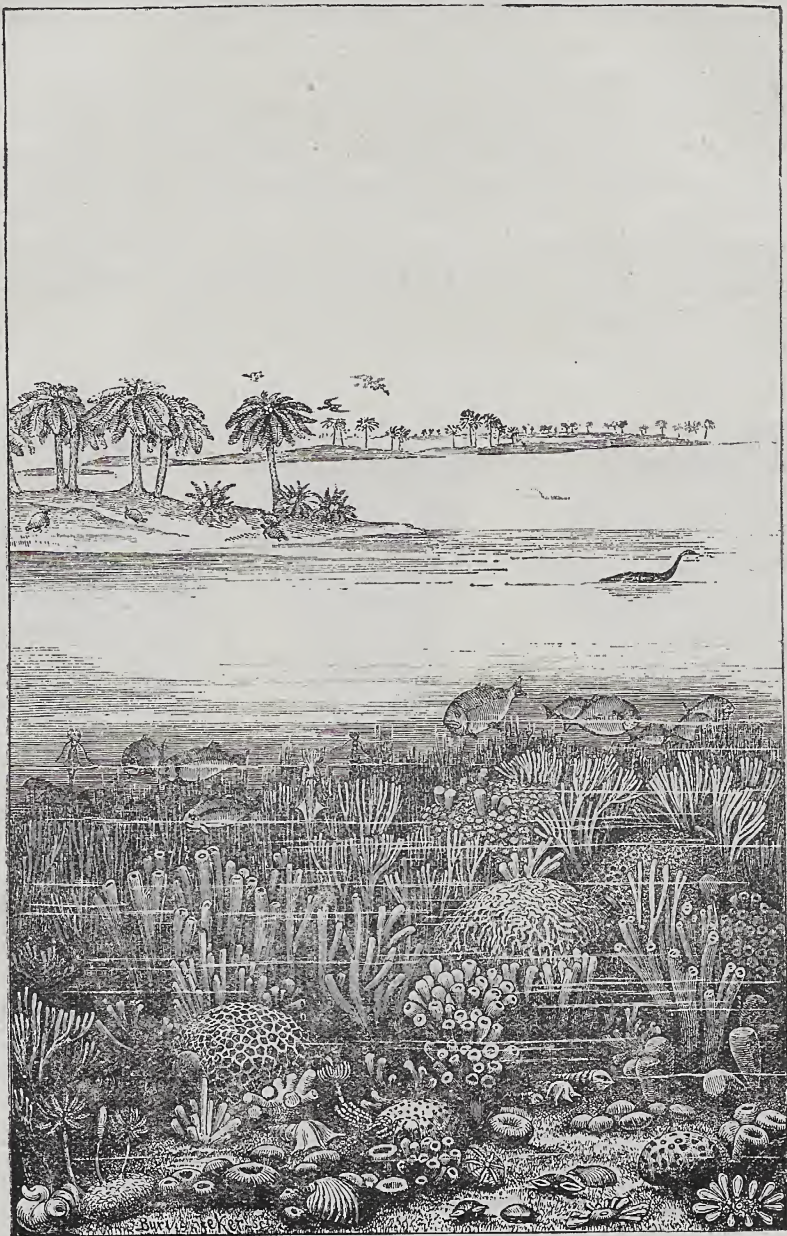



Fig. 326. — La Francia, il Giura, la Franca Contea e la Borgogna all'epoca del mare giurassico secondo Osvaldo Heer.

ralligeni attuali dell'Oceano Indiano e dei mari del Sud. È una questione interessante ed un problema da risolvere, l'esatta distribuzione e la configurazione dei banchi di corallo nei mari giurassici dell'Europa.

Si può domandarsi s'essi fossero ricoperti dalle acque, oppure se emergessero invece e formassero isole, come se ne vedono in gran numero nei mari del Sud; entrambi questi casi si verificavano. In Isvizzera, nel cantone di Basilea, il calcare coralliano è ricoperto da un deposito di carbone, di pochissima importanza a dir vero, ma che ci rivela un continente; presso Dänikon ed in vicinanza di Olten si è trovata una bella fronda di zamite. Nel Giura occidentale, le isole madreporiche erano coperte di vegetazione, come se ne ebbe la prova per la presenza di alcune belle foglie di cicadee trovate al Monte Risoux e presso a Dorche. Nei dintorni di Lione vi era un'isola madreporica con una foresta di cicadee, inquantochè non è raro l'imbattersi qua e là in grandi e cospicue foglie di quell'albero.

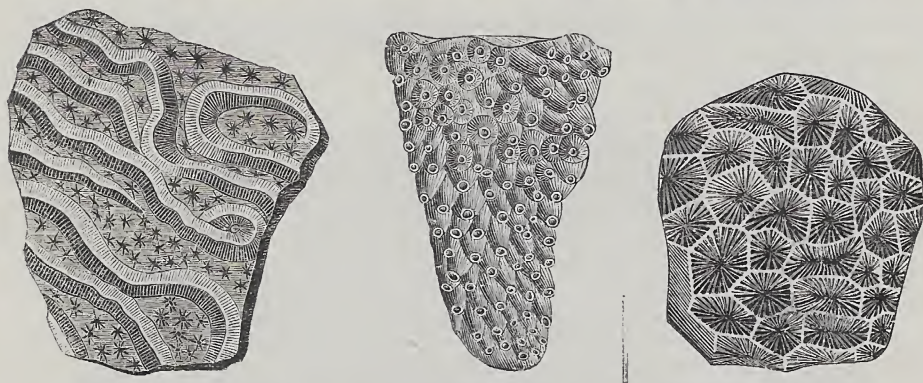
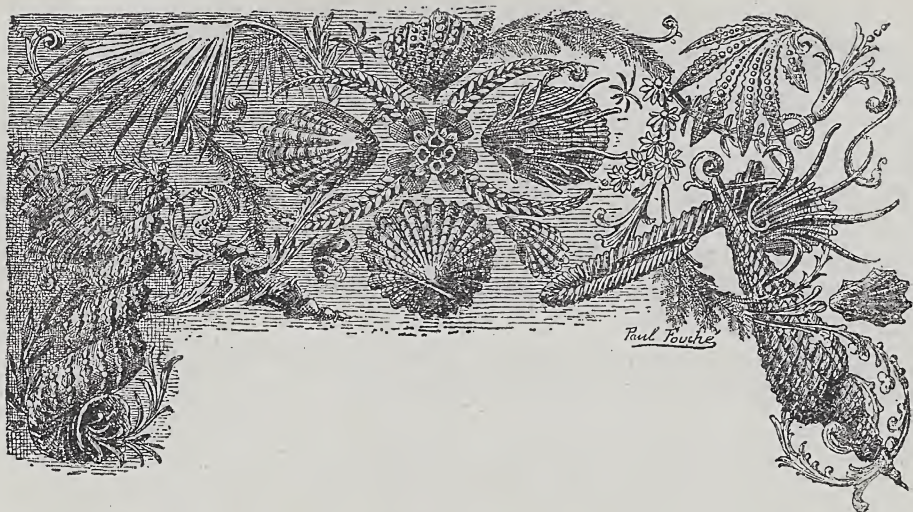
Abbiamo riprodotto (fig. 326), togliendolo da Osvaldo Heer, un bellissimo paesaggio marino che dà una giusta idea delle isole madreporiche

Comoseris vermicularis. Lobocœnia obeliscus. Latomeandra Davidsoni.

Fig. 327. — Resti fossili di coralli viventi in Francia all'epoca giurassica.

del Giura, e dell'aspetto che dovevano avere gli antichi atolli del nostro paese. Vi si scorgono isole coronate dalla zamite feneonis; tartarughe uscenti dal mare e che raggiungono la spiaggia per deporvi le uova, pterodattili volanti verso le rive, e in prossimità del litorale, plesiosauri dal lungo collo cercanti il loro nutrimento. Nelle profondità del mare distinguiamo un'intera foresta di corallarî e la fauna svariata che li accompagnava.

Aggiungiamo infine, per dar compimento a questa descrizione generale della più curiosa di tutte le epoche della storia ante umana, che il mondo delle piante non offre, durante le diverse fasi successive dell'epoca giurassica, dal lias inferiore fino all'oolite superiore, forme caratteristiche così risolute quanto quelle del mondo animale. Le specie primitive si estinguono lentamente per far posto ad una vegetazione più ricca e più diversificata. È un'èra di trasformazione. Le crittogame dominano ancora: felci, asperelle, ecc.; ma le fanerogame angiosperme (cicadee, co-

nifere) incominciano ad aver predominanza (veggasi l'albero genealogico del regno vegetale, fig. 223 seguendo la linea orizzontale del periodo giurassico). *Non vi sono ancora nè stagioni nè climi:* le stesse specie vegetali si ritrovano dall'equatore alla Siberia ed allo Spitzberg. Nella stessa Francia, sulle rive del mare che copriva le regioni ove Parigi fu fondata dappoi, si sarebbero potuti scorgere paesaggi analoghi a quello disegnato nella fig. 319: al primo piano pandanee dalle radici aeree, e cicadee dal tronco tozzo, e più lontano, nuotanti sulle acque plesiosauri dai lunghi colli.

Il periodo cretaceo, che succede al periodo giurassico, darà fine per noi a quest'antica storia dei tempi secondarî

CAPITOLO III.

IL PERIODO CRETACEO.

Se il lettore vuol compiacersi di ritornare addietro fino alla pag. 225 e di considerare con qualche attenzione la fig. 114, che rappresenta la sezione del pozzo artesiano di Grenelle a Parigi, avrà sott' occhi la miglior introduzione che si possa fare allo studio, cui ci siamo insieme accinti, dell' ultimo periodo dell' èra secondaria, del *periodo cretaceo.*

Si osserva in questa figura, come dai 41 metri al disotto del livello del suolo di Parigi fino a 506 metri di profondità, non havvi che creta, creta, e sempre creta. Ora, tutta questa creta s' è depositata in fondo al mare, allorchè il mare copriva queste regioni attualmente abitate dall'uomo, all'epoca in cui giungiamo in questa storia delle trasformazioni graduali del nostro pianeta.

Questa massa compatta di creta che passa al di sotto di Parigi è una specie di fondo di bacinella irregolare i cui orli si sollevano e vengono ad affiorare alla superficie del suolo ad una certa distanza d' ogni intorno alla grande città, come si può vedere alla fig. 121, pag. 233: il terreno cretaceo affiora lungo una striscia che si può tracciare da Arras a San Quintino, Reims, Châlons-sur-Marne, Vitry-le-François, Troyes, Sens, Auxerre, Bourges, Tours, Loudun, Le Mans, Drex, Rouen, non senza irregolarità dovute agli sconvolgimenti prodotti dalle formazioni terziarie. È questo affioramento della creta su di una vasta estensione che ha dato a quella parte del territorio di Sciampagna, che è detto la Sciampagna pidocchiosa, la sua aridità e la ben nota sua sterilità: su migliaia di ettari, la terra vegetale della superficie, non ha più di quindici o venti

centimetri di spessore, nè può crescervi vegetazione alcuna di qualche importanza, all' infuori delle valli sole che restano verdi ed alcun poco fertili; allorchè si passa in pallone al di sopra di questa regione, gli stretti prati che costeggiano i corsi d'acqua sembrano fiumi che serpeggiano sopra un suolo giallastro ed arido, riscaldato dal sole in modo

Fig. 329. — Gli pterodattili.

così singolare che basta il solo suo riverbero per dilatare l' aerostato e dargli maggior forza ascensionale, mentre, allorchè si attraversano i fiumi od i canali, si incontrano correnti d' aria fresca che cangerebbero la direzione dell'aerostato se non si gettasse tosto qualche po' di zavorra per passarvi sopra. Questa vasta formazione cretacea si rinviene in altri punti della Francia: essa affiora in seguito ad un sollevamento locale,

vicinissimo a Parigi, nelle colline di Meudon, Bellevue, Bougival; ad una mezz'ora d'esplorazione nelle cave che costeggiano la collina di Bellevue basta per raccogliere un numero ragguardevole di conchiglie fossili, ma friabili e cretacee come i terreni che le racchiudono (chi scrive ne ha in questo momento sott'occhi talune che raccolse egli stesso, or sono alcuni giorni). Quella trasformazione si ritrova altresì a Mantes, al Mans, a Gisors, nella pittoresca collina di Canteleu, presso Rouen: lungo le rive della Senna, da Vernon all' Havre: collo spessore di cinquanta metri, essa costituisce da sola tutta la parte superiore della scogliera del capo della Hève (fig. 131, pag. 245). In quel luogo è il piano cenomaniano. Nel Bordolese ed in Inghilterra, è il piano turoniano: ma è sempre il terreno cretaceo. Si può dire che la Manica si è scavata il suo letto attraverso la creta: noi vedemmo, al capitolo delle trasformazioni attuali del suolo, ch'essa continua ad allargarsi.

Questa stessa formazione cretacea può essere studiata in moltissime altre regioni, e, per esempio, da Saintes a Cahors, sui due versanti dei Pirenei, e in particolar modo su quello spagnuolo, nelle Alpi francesi, sulla riva destra del Reno, in Germania, in Inghilterra, in Algeria, in Palestina, nell'America del Nord, in Groenlandia, in una parola un po' dovunque sulla superficie del globo, avendo le stesse cause prodotto gli stessi effetti, eccezion fatta di talune differenze nei particolari, meno importanti per altro di quanto si sarebbe indotti a credere dalle distanze geografiche, inquantochè *fino al periodo cretaceo*, il nostro pianeta non ha conosciuto nè i climi, nè le stagioni.

Come esempio di questa formazione, oltre alla sezione del pozzo artesiano di Grenelle ed alle scogliere del capo della Hève, si può osservare altresì la sezione (figura 330) presa dai Pirenei, sul versante francese, presso ai Bains-de-Rennes. Non vi si contano meno di venticinque strati di calcari e di marne appartenenti al periodo cretaceo, sovrapposti e alquanto rialzati. Questi strati marini riposano sui sedimenti wealdiani d' acqua dolce.

A somiglianza delle formazioni anteriori, i terreni cretacei ebbero origine in fondo alle acque. Tutti i paesi alla superficie dei quali affiora questo terreno erano sotto i flutti, e così quelli che lo racchiudono, ad una profondità diversa, allorchè questi depositi di creta si sono costituiti. Così, per esempio, all'epoca cretacea, un mare abbastanza vasto si estendeva su tutta la regione di cui abbiamo testè delineato i contorni, nei dintorni di Parigi, da Bar-le-Duc all'est, fino a Mans all'ovest, e da Bourges al sud, fino sopra l' Inghilterra e al di là. Un altro mare copriva una parte dei Pirenei, le Alpi marittime, il Delfinato, la Savoia, il Périgord. La catena del Giura s'era sollevata prima del periodo cretaceo. La data del sollevamento della Costa d' Oro è, in generale, fissata tra il periodo giurassico ed il periodo cretaceo; ma secondo le nuove inda-

gini (1) essa presenta, in più luoghi del lembo sprofondato, alcuni depositi kimmerigio-portlandiani, più recenti conseguentemente dei calcari corallini, e, ciò che è ancor più recente, sabbie albiane (a Marsaunay-le-Bois, a Saint-Julien, a Clénay, a Brétigny, e sui fianchi del monte Afrique, a 550 metri di altezza). Il sollevamento della Costa d'Oro ha dunque avuto luogo dopo il periodo albiano.

La sola incertezza che rimane nel nostro spirito a proposito della distribuzione delle terre e delle acque ad un'epoca determinata, è la possibilità che certi punti dei mari attuali, Manica, Oceano, Mediterraneo, siano stati emersi allora e siano ridiscesi poscia sotto le acque, e che certi golfi o stretti siano esistiti in virtù di taluni accasciamenti locali,

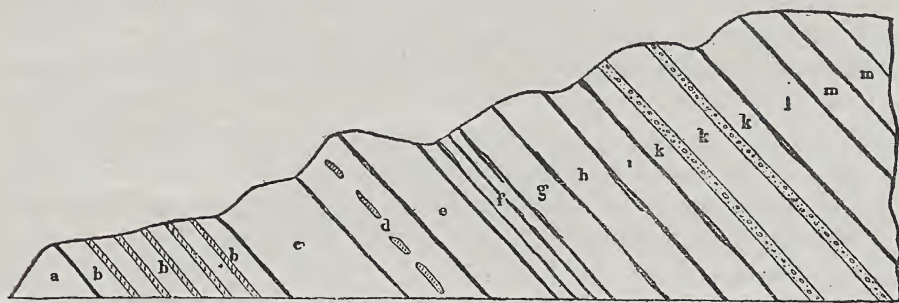



Fig. 330. — Sezione presa nei terreni cretacei (Pirenei: Bain-de-Rennes).

a. Calcare saccaroide con dicerates. — *b.* Marne nere schistose, con piccoli strati di calcare compatto, contenenti ammoniti ed exogyra. — *c.* Calcare compatto, con ostrea cristata, exogyra sinuata, per es., columba. — *d.* Arenaria silicea con venule e ammasse di jaïet. — *e.* Marne sabbiose, con spatanghi e numerosi fossili della creta. — *f.* Arenaria schistosa, con impronte vegetali e piccoli strati di lignite. — *g.* Calcare con ippuriti, radioliti, polipi, e contenenti alcuni milioliti. — *h.* Calcare con milioliti e nummuliti. — *i.* Marne con spatanghi e altri fossili della creta. — *k.* Alternanza di marne rossastre, di calcare compatto cristallino e di puddinga calcare. — *l.* Calcare con milioliti e marne rossastre. — *m.* Marne nere con milioliti, nummuliti, ecc.

essendo richiesti per la ricostruzione delle antiche spiaggie molti elementi in discussione, come noi già vedemmo.

Come l'indica il nome suo, il territorio cretaceo è il deposito per eccellenza della creta (2). Esso racchiude tuttavia, specialmente alla sua base, calcari compatti ed argille; ma le roccie, poco coerenti, le sabbie o le arenarie debolmente cementate e soprattutto la creta, sono predominanti nella parte superiore. In generale, le roccie cretacee sono di tinte più chiare, più detritiche, più fresche in una parola, delle roccie giurassiche; i fossili non sono, come in quel terreno, completamente trasformati, e parrebbero più giovani. Senza far difetto in modo assoluto, il ferro, il gesso, la dolomia, il salgemma sono rarissimi nella formazione cretacea,

---

(1) J. Martin. *Resoconti dell'Accademia delle Scienze*, 1885.

(2) Crediamo superfluo l'osservare che la creta di cui qui si fa cenno (*craie* dei Francesi) è la creta bianca, ossia un carbonato calcare terroso biancastro, e non già l'argilla cui si dà il nome di creta. *Nota del Trad.*

o vi abbondano invece i rognoni di selce piromaca, che hanno il loro letto principale nella creta bianca. Lo spessore massimo di questo terreno oltrepassa i duemila metri. Quasi interamente marina, questa formazione racchiude tuttavia, a diversi livelli, assise di acqua dolce, più sviluppate di quelle del terreno giurassico, e fornisce talvolta ligniti che ponno venir escavate con profitto. In Inghilterra ed altrove, essa ha inizio con argille e sabbie, depositate in lagune analoghe a quelle in cui si formava il piano di Purbeck. Le oscillazioni del suolo continuarono a manifestarsi per tutto il tempo che durò quell'epoca, in maniera che i mari facevano invasione in certe regioni, o si costituivano depositi di un grande spessore, o venivano lasciati a secco altri luoghi, ove fanno difetto intieri piani. Tuttavia il movimento d'ascensione continua nell'Europa occidentale; i bacini marittimi occupano presso a poco le stesse località dell'epoca giurassica, ma diminuiscono insensibilmente in superficie. Ne risulta che le faune ed i sedimenti differiscono sempre più, anche a distanze di poco conto, e diventano paragonabili a ciò ch'esse faune e sedimenti erano all'epoca siluriana. Nell'America del Nord, all'opposto, il mare invade il litorale dell'Atlantico, e penetra assai avanti all'ovest del Mississippi, ove depositi di una grande estensione fanno testimonianza della sua presenza (1).

Questi terreni si presentano in generale, sotto forma di altipiani elevati, costituenti più spesso pianure aride e secche, o monticelli dalle falde arrotondate (2). Essi formano, quasi ovunque, zone concentriche alle grandi zone giurassiche da noi descritte, e vengono ad appoggiarsi su di esse, affondandosi nei terreni terziarî che li ricoprono nella regione delle pianure. In taluni, essi oltrepassano questi limiti e vengono a riposare sul terreno carbonifero, od anche su strati schistosi sollevati, più antichi, ciò che ne indica che ebbero ancor luogo a quest'epoca movimenti assai ragguardevoli del suolo.

I mari in cui si sono depositati, coprivano ancora una gran parte dell'Europa, ma la loro configurazione non era più la stessa dell'epoca giurassica. L' epoca cretacea è stata contrassegnata da un ritorno del mare sugli spazî che esso aveva da lungo tempo abbandonati. È in tal modo che la Francia meridionale, emersa dopo il coralliano, s'è trovata di nuovo sotto le acque ed ha fatto parte di un vasto mare che s'estendeva in tutto il sud dell' Europa.

---

(1) CONTEJEAN *Elementi di Geologia e di Paleontologia.*

(2) Sono pertinenti al terreno cretaceo gli ameni colli di Brianza, dalle forme tondeggianti e dai dolci ed erbosi declivi, che si presentano mirabilmente a soggiorno di villeggiatura. Nelle recenti sfaldature di terreno e nelle cave già aperte, si ponno scorgere agevolmente marne con fucoidi di Solzago e Pusiano, il calcare marnoso con catilli di Breno e Montevecchia, le calcarie prammitiche di Rogeno e di Bosisio, la ben nota arenaria d'Annone e di Viganò, e quella puddinga quarzosa di Sirone, con avanzi d'ippuriti, che serve tuttora per la costruzione di macine da grano. *Nota del Trad.*

A questa data, l'altipiano centrale, totalmente emerso, riunito da una parte dei Vosgi e dall'altra alla Vandea, s'opponeva ad ogni comunicazione tra questo mare meridionale e quello che, largamente esteso nel nord, copriva il bacino di Parigi e si prolungava nel sud dell'Inghilterra. Questo fatto importante permette di spiegare le grandi differenze che si osservano fra i terreni cretacei del nord e quelli del mezzogiorno di Francia.

Il periodo cretaceo si divide, come il giurassico, in due parti ben distinte. Come nei terreni giurassici noi abbiamo distinto il lias dall'oolite, similmente nei terreni cretacei convien distinguere il sistema infracretaceo dal cretaceo propriamente detto. Il primo, che succede immediatamente al giurassico, non contiene creta, ma calcari, sabbie ed argille che offrono grandi analogie coi sedimenti giurassici. Queste due grandi serie, l'infracretaceo ed il cretaceo, si suddividono alla loro volta ognuno in più piani:

PRINCIPALI DIVISIONI DEL PERIODO CRETACEO.

I. = **Infracretaceo.**

Piano neocomiano (1).
Piano urgoniano (2), Gault, sabbie ed argille (3)
Piano aptiano (4).
Piano albiano (5).

II. = **Cretaceo.**

Piano cenomaniano (6).
Piano turoniano (7).
Piano senoniano (8) e campaniano (9).
Piano daniano (10) e garonniano (11).

Il periodo infracretaceo si collega strettamente, pel complesso dei suoi caratteri, a quello che l'ha preceduto. La flora, in cui dominano le cicadee e le conifere, e in cui le dicotiledoni angiosperme sono ancora sconosciute, è una flora giurassica. Se vi si mostrano pini, abeti e cedri associati ai tipi tropicali, quest'associazione prevale altrettanto bene sì al polo e nella Groenlandia, che nell' Europa centrale, e attesta che i climi dovevano offrire ancora una grande uniformità. Tuttavia non si può mancare d' essere sorpresi dal fatto che le formazioni dei polipi,

(1) Così chiamato da Neuchâtel (Neucomium), in Isvizzera, dove è escavato per le costruzioni.
(2) D'Orgon, presso Arles.
(3) Costituisce il fondo del pozzo artesiano di Grenelle, ed è un prezioso serbatoio per le acque d'infiltrazione. Queste argille sono impiegate in Inghilterra alla fabbricazione di tegole, e gli operai le hanno qualificate col nome di gault, che ha ben poca distinzione.
(4) D'Apt, ov'è assai sviluppato.
(5) Del dipartimento dell'Aube.
(6) Del Mans.
(7) Della Turena (tuffau o creta giallognola e biancastra, con molti granelli verdi).
(8) Di Sens (creta bianca).
(9) Creta della Sciampagna.
(10) e (11) Creta della Danimarca e dell'Alta Garonna.

che durante il periodo oolitico s' inoltravano fino nel Yorskshire a più di 50° di latitudine, siensi sensibilmente ritirate verso il sud, inquantochè i calcari con requienie (caprotine), che sono pel periodo infracretaceo l' equivalente dei calcari con dicerati, non mostransi guari che nella zona mediterranea. Non sembra dunque eccessivo il concluderne che già le condizioni tropicali, che sole convengono alle formazioni coralligene, avevano abbandonato la parte settentrionale del nostro emisfero. Il regno della terraferma, durante questo periodo, parrebbe essere appartenuto ai grandi dinosauri bipedi, provveduti di caratteri misti che li fanno partecipare ad un tempo alle proprietà dei mammiferi, degli uccelli e dei rettili. Quanto agli animali marini, eccezion fatta della preponderanza relativa dei cefalopodi a spire convolute, si può dire che essi non fanno che continuare i tipi oolitici (1).

I terreni cretacei hanno principio con calcari, sabbie ed argille, che hanno ancora qualche analogia coi sedimenti giuresi; è solamente nelle assise superiori che si mostra la vera creta.

Il gault è riconoscibile al suo color cupo e lo si vede da lungi che spicca netto e quasi a grandi tagli, colle striscie nerastre, fra le tinte chiare delle roccie che lo circondano. È un calcare od arenaria, talora verde, talora nera, che racchiude un gran numero di granelli verdi che gli fecero dare il nome di arenaria verde. Questi grani sono composti di un silicato di ferro ossidato, ed è per la loro stessa ossidazione che conferiscono alla pietra questo color cupo. Il gault racchiude ad intervalli numerosi rognoni che contengono probabilmente fosfato di calce. Esso è assai diffuso nella zona alpina della Svizzera orientale, in ispecial modo a Sentis, al lago di Wallenstadt, a Pragel, presso Seeven, e fino ad Unterwald; esso manca, all'opposto, nelle Alpi bernesi e di Lucerna; lo si rinviene nella vallata del Rodano e nella Savoia, ove raggiunge grandi proporzioni. Prende l'apparenza d'un grigio verde chiaro là dove il Reno si perde; ed è la stessa cosa a Sainte-Croix, nel Giura, ov' è ricoperto da un' argilla azzurrognola.

Il fatto che s' incontrino ovunque nel cretaceo di siffatti grani, e in particolar modo nel gault inglese, deve provenire da una causa generale che ha presieduto alla formazione ed alla disparizione loro. Durante l'epoca cretacea, ha dovuto prodursi, in due riprese, una ricca formazione di ferro proveniente dall' interno della terra, e che s' è sparsa in tutta l' Europa senza che noi siamo, pel momento, in istato di dare di questo fenomeno una plausibile spiegazione.

La potenza della creta nel bacino di Parigi è assai grande; nelle scogliere della Manica oltrepassa i cento metri; s'accresce in spessore nell'interno del bacino, e a Parigi gli escavi colla sonda dei pozzi artesiani

(1) De Lapparent. *Trattato di Geologia.*

hanno incontrato la creta ad una profondit àdi 460 metri. Essa si divide in due parti principali: la prima composta di creta, dapprima a noduli con selci giallognole; la seconda di creta bianca, con selci a zone, racchiudenti a livelli diversi, ricci di mare condiformi della famiglia degli spatanghi e sopratutto i *Micraster*, che sono caratteristici di questa prima massa.

È alla creta con micraster che si devono, fra l'altre, le scogliere di Dieppe, e quelle frastagliate in modo così singolare di Etretat. Là si ritrova nell'interno delle terre, in Picardia, ecc.

Tutti questi piani cretacei disegnano nel bacino di Parigi, intorno ai terreni terziarî che ne occupano il centro, una larga pianura ondulata, disposta a guisa di ferro da cavallo, i cui due rami aperti vengono ad aver fine sulla costa normanna, da una parte fra Dieppe e Tréport, dall' altra fra Boulogne e Calais. Queste due striscie cretacee proseguono attraverso la Manica, e vengono di nuovo ad affiorare sulla costa inglese, ove formano quelle grandi scogliere biancastre, da una parte e dall'altra di Douvres, che sono visibili dalla parte di Francia in giornate di perfetto sereno. L'Inghilterra deve ad esse il suo nome di *Albione*. La creta si sviluppa parimente, intorno ai terreni terziarî, su cui è edificata la città di Londra, formando una regione di colline arrotondate che portano il nome di Downs. Tutti questi terreni — Orléans, Parigi, Dieppe, Londra — erano dunque sotto le acque all'epoca a cui noi siamo attualmente giunti in quella storia della Terra. Nei dintorni di Parigi a Meudon, si vede altresì, al di sopra della creta bianca, un calcare giallo formato da granelli arrotondati e da residui di fossili, designato col nome di calcare pisolitico: questo calcare pisolitico, che rappresenta l'ultimo deposito dell'epoca cretacea, racchiude una miscela di specie cretacee e di specie terziarie. Vi si notano specialmente, insieme ad *ananchytes*, grandi *cerithes*, paragonabili al *cerithium giganteum* che noi troveremo abbondantissimo nel terreno terziario parigino.

Questo stesso calcare cretaceo può essere osservato allo stato di lembi isolati, addossati alla creta, in molti punti dei dintorni di Parigi. Esso prende in tal modo un carattere litorale assai manifesto, e rende testimonianza, per mezzo della sua distribuzione, d'un notevole cangiamento sopravvenuto nelle condizioni del bacino parigino, originariamente occupato dal mare cretaceo. Questo mare proveniente dal nord, si è successivamente ritirato, in maniera che tutte queste masse cretacee, che noi abbiamo testè indicate, sono disposte a scaglioni le une al di sopra dalle altre. Dopo il deposito del calcare pisolitico che è, esso stesso, limitato ad una esigua estensione, tutta questa parte nord della Francia era emersa (1).

---

(1) G. Vélain. *Geologia stratigrafica.*

In qual modo si sono formati questi fitti strati di creta che raggiungono cinquecento, mille e duemila metri di spessore? Per opera di sedimento, di deposito in fondo alle acque, come i precedenti terreni, ma tuttavia in un modo alquanto differente. La creta è carbonato di calce. Questo carbonato di calce era in dissoluzione più o meno satura nelle acque dei mari primitivi, poichè innumerevoli quantità di crostacei se ne sono serviti per costruire le loro conchiglie calcari. In questo mezzo liquido, sensibilmente calcare, i foraminiferi, i polipi, le rudiste pullulavano e formavano innumerevoli popolazioni. Che divenivano, dopo la loro morte, i corpi di questi animali grandi e piccoli, ma ordinariamente di una esiguità straordinaria? La materia animale distruttibile spariva in seno alle acque, per putrefazione; non restava che la materia inorganica indistruttibile, vale a dire il carbonato di calce, formante la parte ossea del loro inviluppo. Questi depositi calcarei si accumularono in densi strati sul bacino dei mari; essi s' agglutinarono bentosto in una massa unica, e formarono un letto continuo in fondo alle acque. Questi strati sovrapponendosi, ed aumentando coll' andar dei secoli, hanno finito per costituire terreni, e sono i nostri terreni calcarei attuali.

Prendete un microscopio, e, munito di quest'occhio artificiale, esaminate un frammento di creta; voi non vi vedrete più una polvere informe e grossolana, ma osserverete una certa regolarità in tutti i grani. Ecco frammenti di conchiglie, di ammoniti lillipuziane, e un' armata tutta quanta di foraminiferi (fig. 331 a 333). Tutta questa generazione degli antichi mondi appare sotto il microscopio: questo ammasso di creta non è altra cosa che l' ammucchiamento secolare di queste popolazioni marine di un' altra età.

Le conchiglie dei foraminiferi formano esse sole catene intiere di colline elevate e banchi immensi di pietre da costruzione. I foraminiferi sono conchiglie marine con molte nicchie, le più grandi delle quali raggiungono tutt' al più due millimetri di diametro, e di cui nondimeno si è giunti a distinguere quasi ottocento specie differenti. Quanti non ne sono occorsi di questi piccoli esseri perchè i loro resti accumulati formassero banchi di creta di una così vasta estensione! Il calcare grossolano dei dintorni di Parigi, è, in alcuni luoghi talmente zeppo di consimili spoglie, che un centimetro cubo delle cave di Gentilly, cave di un gran spessore, ne racchiude almeno ventimila; ciò che dà per metro cubo la cifra enorme di venti milioni.

Quando noi passiamo accanto ad una casa in demolizione o ad un edificio che si sta costruendo, e siamo avviluppati da una nube di polvere che penetra nel nostro gorgozzule, inghiottiamo spesso, senza avvedercene, centinaia di questi infinitamente piccoli. Si dà pure a questi fossili il nome di milioli, perchè il loro volume non oltrepassa quello di un grano di miglio ed è anche spesso minore.

Un' osservazione del signor Defrance dà un' idea della piccolezza della miliola delle pietre, specie di cui è principalmente composto il calcare grossolano impiegato nella costruzione. Egli ha riconosciuto che una casella d'una linea cuba di capacità poteva contenerne fino novantasei!

Esse erano talmente numerose nei mari parigini che, col solo depositarsi, hanno formato montagne che si escavano oggidì per la costruzione delle nostre città. Perfino la maggior parte delle pietre delle abitazioni di Parigi non sono composte che di minuscole spoglie di miliolidi ammucchiate e strettamente collegate fra loro: così si può dire, senza iperbole, che quella splendida capitale che è Parigi risulta costrutta da conchiglie microscopiche. Fermatevi colà davanti un muro qualunque di pie-

Fig. 331. — Frammento di creta osservato al microscopio.

tre da taglio, per esempio in via di Rivoli, al Palazzo Reale, ecc., e riconoscerete, non solo i grani di questo calcare, ma altresì, in molti punti, le conchiglie perfettamente visibili ad occhio nudo. La pietra detta di Laon è formata di un ammasso ragguardevole di nummuliti, specie appariscenti di forma lenticolare, con cellule numerosissime disposte a spirale, specie non microscopiche.

Le piramidi d'Egitto sono costrutte con pietre analoghe e fondate su roccie di calcare nummulitico. Noi vedemmo già più sopra che gli antichi consideravano come lenticchie pietrificate i residui caduti alla base. Questo nome di nummuliti viene dalla loro rassomiglianza con piccoli pezzi di moneta (etimologia: nummularius).

È dunque opera e secrezione dei foraminiferi una parte del suolo su

cui si cammina a Parigi, delle case che vi si rizzano, e degli edificî che vengono tramandati alla posterità. Ogni animalucolo ha fornito il suo granello solido, ogni tipo vi ha deposto il suo strato impercettibile. Le specie che vivono ancor oggi, preparano in silenzio, nei gorghi dell'Oceano, pietre da taglio per la costruzione delle generazioni future.

Ehrenberg, che ha esaminato molte centinaia di campioni di fango raccolto in tutti i mari, ha studiato, fra gli altri, i fanghi raccozzati a profondità da tre a cinquecento metri nelle operazioni di scandaglio eseguitesi in occasione della collocazione di un cordone telegrafico. Quasi generalmente i politalamî vi si trovano in una proporzione ragguardevole, ciò che non fa certo sorprendere alcuno dopo che furono visti apparire in masse in punti poco profondi del littorale. Il naturalista berlinese ha trovato spesso, nelle conchiglie procuratesi collo scandaglio, avanzi del corpo molle dell'animale. Egli ha creduto di dover concludere che questi animali vivono in realtà in quelle remote profondità, e che la loro moltiplicazione, per mezzo di masse imponenti, contribuisce a livellare gradatamente in posto le valli sottomarine.

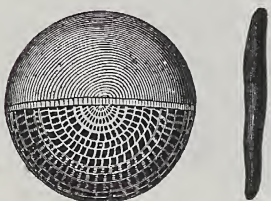



Fig. 332.
Le nummuliti della pietra da costruzione.

I più grandi di tutti i foraminiferi, i nummulidei, hanno avuto un alto còmpito nelle diverse epoche geologiche, dice Pouchet. Vengono essi rinvenuti in quantità prodigiose nei terreni secondarî e terziarî, e furono talmente abbondanti nei mari i quali ricopersero taluni dei nostri continenti, che per la loro semplice aggregazione, i loro gusci calcarei formano imponenti montagne.

In una vasta estensione, queste conchiglie costituiscono assolutamente tutta la catena arabica che costeggia il Nilo; là esse sono talmente numerose e talmente ammassate, che non esiste quasi verun cemento per collegarle. In diverse regioni dell'alto Egitto, il suolo del deserto non consiste che in una fitta copertura di nummuliti fra cui scivolano e si sprofondano per gran tratto i piedi dei viaggiatori e dei camelli.

Tutto il terreno della città di Richmond e del distretto circostante, nello Stato di Virginia in America, si compone di uno strato di diatomee fossili, di quasi dieci metri di spessore, appartenenti a specie che vivono ancor oggi nel mare glaciale. In senso opposto, si sono scoperti nei laghi d'acqua dolce dell'Africa occidentale, organismi consimili, di una specie che è conosciuta, allo stato fossile, in Svezia ed in Norvegia sotto il nome di farina minerale (1).

---

(1) Anche in Italia havvi un importante deposito di farina minerale al Monte Amiata in Val di Chiana, costituito in un ammasso di diatomee dal guscio siliceo, di cui si trovò un'ingegnosa applicazione per la fabbricazione della dinamite. *Nota del Trad.*

Il ducato di Luneburgo è generalmente considerato come una landa sabbiosa, il che non è vero che per alcune parti superficiali; i terreni posti a qualche profondità si compongono, sopra un' estensione di molte centinaia di leghe quadrate, di uno strato di diatomee, avente uno spessore di dieci o venti metri. Lo strato di diatomee, del Brandeburgo, su cui è edificata la città di Berlino, ha uno spessore ancora più notevole: esso raggiunge i quaranta ed i cinquanta metri; ma è meno puro di quelle del Luneburgo; vi si trovano molti altri organismi ed inoltre materie inorganiche.

Ciò che si conosce sotto il nome di farina minerale, schisto da pulire, tripoli, ecc., in differenti paesi, e specialmente nei dintorni di Bilin in Boemia, non è altro che una massa di conchiglie silicee di esseri microscopici. Humboldt racconta perfino che certe popolazioni delle Antille se ne fanno un manicaretto prelibato, consistente in piccoli rotoli di una pasta preparata con questi infusorî e disseccata al fuoco per formarne una specie di focaccia.

Questi esseri microscopici sono sparsi in tutte le regioni del globo, dai poli fino all'equatore. Tutti gli esseri organici dell'epoca nostra sono diversi fra loro, secondo i climi: le diatomee, invece, non sembrano sentire l'influenza nè del freddo, nè del caldo; le specie trovate in Cina ed al Giappone furono riconosciute identiche a quelle che vivono nel mar Baltico. La Nuova Olanda, di cui tutti i prodotti organici si distinguono da quelli dell'antico continente, possiede specie che sono diffuse nelle regioni torride dell'Africa e dell'Asia, altrettanto bene quanto nelle regioni fredde dell'Europa e dell'America; le specie che furono scoperte nelle sorgenti calde di Carlsbad si mostrano pure in vicinanza dei poli: quelle infine che vivono alla superficie del mare furono parimente trovate, col mezzo della sonda, ad una profondità di seicento metri, ove subivano una pressione di 60 atmosfere.

Ora, come abbiamo visto, gli strati più antichi della scorza terrestre, quelli che, tosto dopo il raffreddamento della superficie, furono deposti dal mare ancora in ebullizione, quegli strati, diciamo noi, racchiudono già diatomee analoghe alle specie attualmente viventi. Gli animali più enormi del mondo primitivo, gli atlantosauri, i brontosauri, i mostruosi coccodrilli e le lucertole volanti, i mammut sono tutti scomparsi dalla natura vivente, senza lasciare altra traccia che i loro resti fossili. Le impercettibili diatomee, all'opposto, sopravvissero a tutte le rivoluzioni del globo, a tutte le lotte degli elementi scatenati: i loro discendenti popolano ancora questi stessi mari che hanno inghiottito le ossa degli animali giganteschi, di cui non uno rimase per perpetuare la razza. Se, da una parte, l'estrema piccolezza delle diatomee spiega la loro forza di resistenza, dall'altra la loro inaudita potenza di riproduzione fa comprendere la loro importanza nella economia della natura.

Questi organismi si moltiplicano per scissione. Da uno di quei corpuscoli se ne formano tosto due, di cui ognuno s'ingrossa, si fende a sua volta, ne forma altri due, e così via, ad un punto tale che si è potuto stabilire, mercè un'attenta osservazione, che, in circostanze eccezionali, una sola diatomea può produrre in quarantotto ore un milione, e, nello spazio di quattro giorni, 150 bilioni d'individui della sua specie. Solamente essi non vivono a lungo, ma i loro resti rimangono. Una riproduzione così enorme non ha luogo in via ordinaria; ma tuttavia, in determinate condizioni, essa può constatarsi a vista d'occhio. Il fango che si deposita nel porto di Pilau (presso Kœnigsberg, in Prussia) è per metà composto di organismi microscopici: esso richiede un'attività incessante per la pulizia del porto, attesochè i nuovi depositi riempiono tutti gli anni uno spazio di 14 000 piedi cubi. Se non vi si mettesse riparo, il porto diverrebbe impraticabile, e dopo un secolo, si avrebbe colà uno strato di diatomee di un milione e mezzo di metri cubi.

Nella sabbia del mare si trovano con frequenza conchigliette; fino dai primi anni del secolo scorso, due scienziati italiani, Bianchi e Beccaria, si imposero il còmpito di contare il numero delle conchiglie contenute in un' oncia di sabbia del mare Adriatico, a non molta distanza da Bologna; essi ne trovarono 1120. Beccaria constatò che intiere colline della terraferma, al sud di Bologna, sono formate esclusivamente di queste conchigliette. Ma, a quell'epoca in cui si aveva l'abitudine di ascrivere al diluvio tutti i fenomeni analoghi, non si comprese che imperfettamente l' importanza geologica di un tal fatto.

Nel corso di questo secolo, molto tempo prima delle esplorazioni colla sonda fatte in vista della collocazione del filo transatlantico, si era stabilito che una gran parte del fondo della regione settentrionale dell'Atlantico è costituita da un deposito conosciuto oggi sotto la denominazione di « fango delle globigerine ». Esso è formato da conchiglie di minuscoli foraminiferi appartenenti principalmente al genere *globigerina;* allo stato secco, questo fango offriva press'a poco l'apparenza di una sabbia minuta e le piccole conchiglie, che si staccavano le une dalle altre, hanno dato facoltà di riconoscere ch'esse costituivano quasi esclusivamente quel deposito. Allorchè si raccoglievano, per mezzo di un processo speciale, esemplari della massa del fondo esistente un po' più in basso, si trovavano le conchiglie delle globigerine infrante e impastate insieme e in maniera da formare un limo quasi uniforme, in cui si poteva nondimeno distinguere ancora un gran numero di conchiglie intatte e di frammenti perfettamente riconoscibili. La massa intiera era costituita quasi unicamente di carbonato di calce, e la sola roccia che avrebbe potuto provenire da essa sarebbe stata una pietra calcare. Si è concluso da queste osservazioni che su una vasta estensione della regione settentrionale dell'Atlantico e sopra molte altre parti della superficie terrestre, dovettero

depositarsi roccie calcaree di simil natura. Ulteriori osservazioni hanno dimostrato ch'era quasi lo stesso materiale che compone la creta, e parrebbe stabilito in una maniera irrefragabile, che il deposito che continua ad effettuarsi ancor oggi è identico alla creta.

Questi esseri infinitesimali hanno esercitato un'azione più potente di quella delle forze plutoniche e vulcaniche più formidabili. Le une e le altre non hanno potuto che sollevare dal centro alla superficie ciò che già esisteva, oppure distruggerlo e metterlo sossopra. I polipi, all'opposto, costituivano, *creavano,* e agivano lentamente, ma senza posa, essendo perfettamente atti a trasformare, nel corso di milioni d'anni, la faccia del pianeta. Schleiden dice a questo proposito con verità e con certa precisione di termini: « Le modificazioni della superficie terrestre sono in parte l'opera di animali e di vegetali che, d'ordinario, ognuno

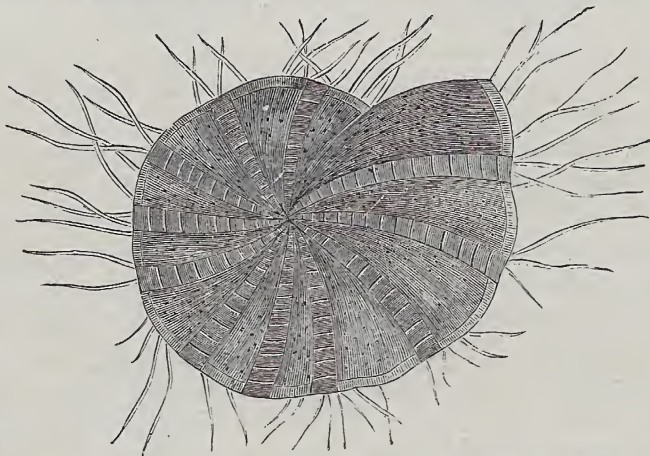



Fig. 533. — Miliola della pietra da costruzione (calcare grossolano) assai ingrandita. Polystomella strigillata.

crede destinati unicamente a farsi portare e nutrire dalla terra, loro madre comune; e, cosa meravigliosa! non sono già le massi colossali delle balene e degli elefanti, nè i tronchi poderosi delle querce, dei fichi e dei baobab, ma sibbene i polipi, grossi come una capocchia di spillo, i politalamî, impercettibili ad occhio nudo, le più piccole piante microscopiche di cui tutti gli stagni nascondono l'esistenza ignorata, che hanno esercitato un'azione efficace sulla struttura della terra. »

Noi contempliamo con ammirazione una lunga serie di montagne coperte da vaste foreste di quercie e di faggi, e passiamo sdegnosamente davanti la schiuma verdastra d'una pozza d'acqua stagnante; e tuttavia in questa schiuma dispregiata si muove un cosmo intiero di piccoli esseri, occupati a costruire montagne. È la stessa cosa nel mare, in cui una forza produttrice inesauribile copre senza tregua le roccie di esseri che costruiscono nuove roccie, e questi esseri sono animalucoli tanto esigui da sfuggire ad ogni occhio umano.

Così la creta è soprattutto un prodotto dell'attività organica. Essa è composta di particelle calcaree amorfe, cui sono associati in gran numero i gusci microscopici di foraminiferi appartenenti soprattutto al genere globigerina. Essa varia d'altronde assai nella sua composizione; ed ora si associa coll'argilla e diviene *marnosa*, ora invece si carica di grani verdi ferruginosi (glauconia) ed è la creta glauconiosa o cloritica. Quando essa è dura e compatta, le si dà il nome di creta bianca; la creta è detta tufacea quando è gialla e sabbiosa.

La creta contiene alcune sostanze accidentali, fra cui si ponno citare la selce ed il solfuro di ferro. La selce, in particolar modo, è frequente nella creta bianca che forma la parte superiore del terreno cretaceo ove si presenta disposta in rognoni nodulosi più o meno arrotondati, spesso assai irregolari, allineati in cordoni, coll'intervallo di uno o due metri, attraverso la massa cretacea. Queste selci, di natura calcedoniosa, risultano dalla concentrazione della selce intorno ai corpi organici in decomposizione, la cui ossatura era silicea, quali gli spongiarî.

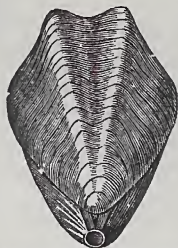
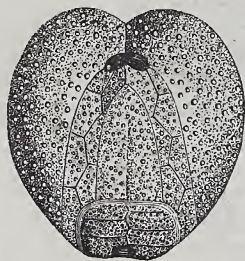
La loro colorazione varia: le une sono grigie ed a zone, le altre d'un color biondo e trasparenti, ed altre sono completamente nere. Queste distinzioni offrono il particolare interesse di permettere che si stabiliscano diversi livelli nella massa cretacea.

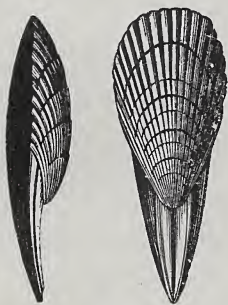
Il solfuro di ferro si presenta frequentemente sotto la forma di verghette o di globuli con tessitura fibrosa, e con un color giallo d'oro (pirite gialla) oppure bianco argentino splendido (pirite bianca).

Se non è necessario l'ammettere che la creta si sia formata ad una grande profondità, si deve almeno riconoscere che il suo deposito ha dovuto andar esente da scosse, e che le rive vicine non vi hanno apportato alcun elemento. Questo deposito s'è d'altronde compiuto con lentezza; poichè non è raro il rinvenire ricci di mare sull'involucro osseo dei quali si sono liberamente sviluppati individui di crania, per servire alla loro volta dopo la morte dell'animale, di superficie d'apprensione a sèrpule. Molte generazioni di animali marini si sono dunque succedute allo stesso punto prima che si depositasse, sul fondo, una quantità di fango cretaceo alquanto denso.

La fauna cretacea è la continuazione della fauna giurassica, con una tendenza verso i progressi che dovevano verificarsi durante l'epoca terziaria. Si conoscono già più di seimila specie caratteristiche di questa epoca. I tipi secondarî vi dominano, ma verso la fine appariscono già i tipi terziarî. È sempre la stessa legge di continuità che s'è posta da sè stessa in evidenza in tutto il corso di quest'opera.

Fra le classi inferiori dell'animalità, noi abbiamo già fatto cenno del grande e notevole sviluppo dei foraminiferi, che succedette a quello dei polipi e degli spongiarî del piano coralliano. I coralli non costruiscono più banchi nelle nostre regioni, e verso la fine del periodo, abbandonano

completamente i mari settentrionali, ciò che deve corrispondere ad un abbassamento di temperatura. Gli stelleridi si mantengono ancor più: gli echinidi sono in progresso (e notiamo, fra le conchiglie caratteristiche di questi terreni, il *micraster cor-anguinum* (fig. 334) che si trova comunemente nel bacino di Parigi). I molluschi briozoarî si moltiplicano, soprattutto nei piani superiori. I brachiopodi si arricchiscono di nuove specie,

Micraster cor-anguinum. Terebratula prælonga.
Fig. 334-335. — Fossili del terreno cretaceo.

e in ispecial modo di terebratuline (fig. 335 a 337), differenti dalle terebratule, e di cui molte specie esistono ancor oggi nei nostri mari profondi. Certi strati sono ricchissimi in ostriche. Gli acefali ed i gasteropodi si sviluppano parimente, dando origine alla curiosa famiglia delle rudiste, caratteristica del terreno cretaceo, nei limiti del quale essa si trova racchiusa in modo assoluto.

Terebrirostra neocomiensis. Rynchonella vespertilo.
Fig. 336-337. — Fossili del terreno cretaceo.

Le rudiste sono molluschi abbastanza bizzarri, che hanno messo a prova la pazienza e la sagacità dei naturalisti altrettanto almeno quanto le belemniti. Massiccia ed irregolare, la loro conchiglia rassomiglia ad un grosso corno allungato, ad un tronco di cono, generalmente crivellato tutto quanto da perforazioni tubolari. I principali generi di rudiste sono le ippuriti (fig. 338), le sferuliti, le radioliti, le caprine (fig. 339), le caprotine. Le loro specie vivevano sovente in colonie agglomerate, formanti banchi estesissimi ove individui d'ogni età si cementarono gli uni

agli altri mediante la sostanza stessa della conchiglia. Esse abbondano nel cretaceo del sud-ovest della Francia e non hanno guari oltrepassato al nord il 45° grado di latitudine, nuovo indizio di un abbassamento probabile della temperatura. Si ritrovano oggidì bei tipi di questi antichi

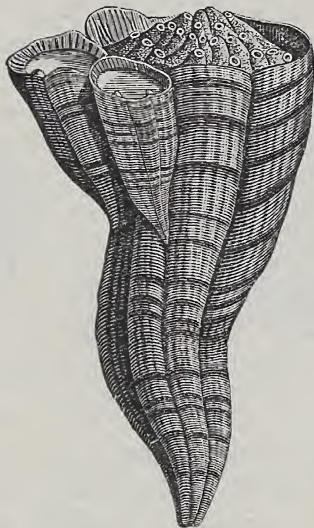



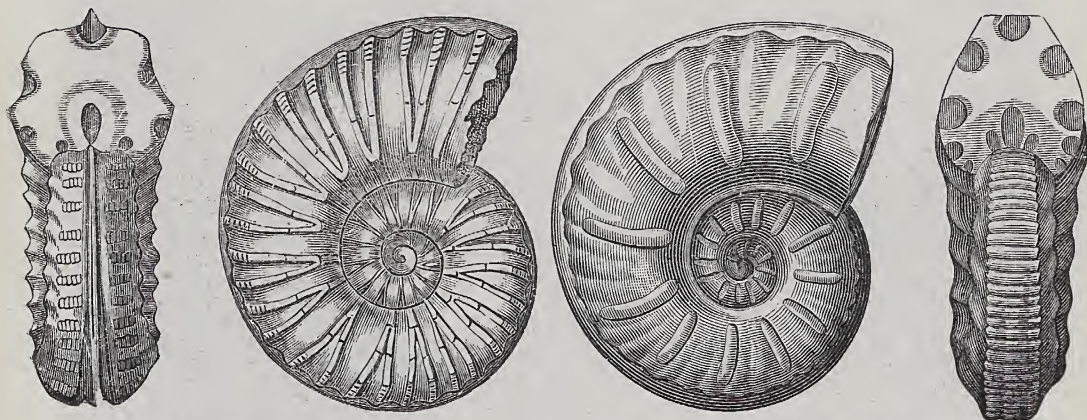
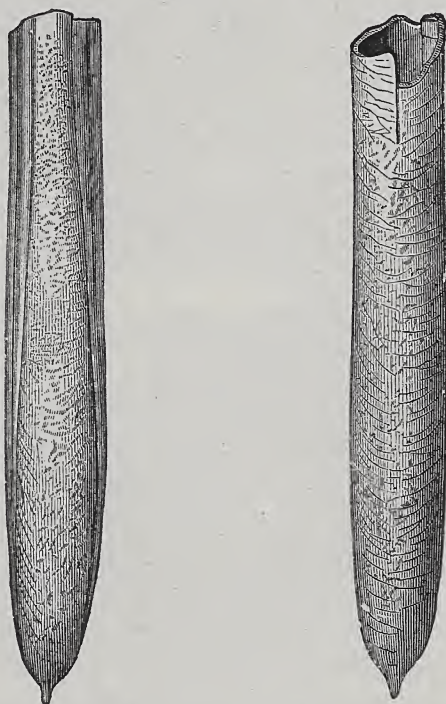
Fig. 338. — Gruppo d'ippuriti Toncasianus a differenti età.

banchi ancora in posto, e quali si sono formati sotto l'influenza delle correnti sottomarine che accumulavano in certi punti gli ammassi di questi diversi animali. Nulla è più curioso di questi ammassi di rudiste ancora perpendicolari, isolate od in gruppi, che si scorgono nei fianchi

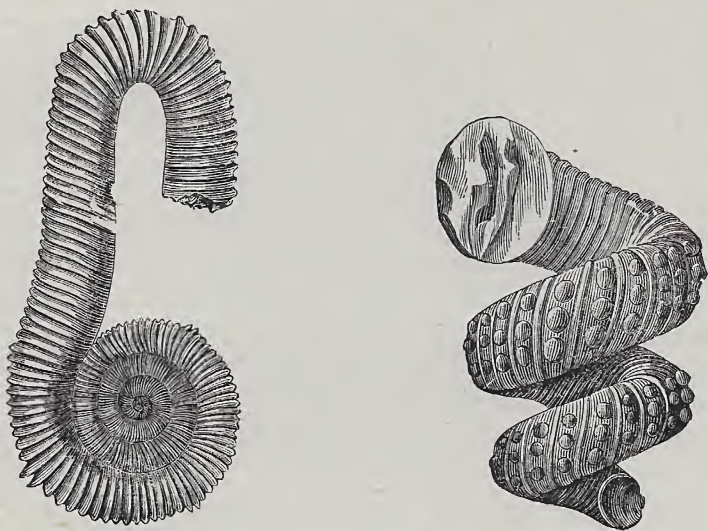
Fig. 339. — Rudista del terreno cretaceo. Caprina adversa.

di certe montagne, principalmente in Provenza. Sembra, dice Alcide d'Orbigny, che il mare venga a ritirarsi ed a mostrare ancora intatta la fauna sottomarina di quest'epoca, quale ha vissuto. E, invero, sono gruppi enormi d'ippuriti in posto, circondate da polipi, da echinodermi, da molluschi, che vivevano riuniti in quelle colonie animali, analoga-

Fig. 340. — Una foresta nei primi secoli del periodo cretaceo.

mente a quelle che vivono sui banchi di corallo delle Antille e dell'Oceania. Perchè questo insieme ci sia stato conservato, occorre che esso sia

Ammonites inflatus. Ammonites radiatus.
Figg. 341-342. — Ammoniti del terreno cretaceo.

Belemnitella (cava). Actinocomax (piena).
Figg. 343-344. — Belemniti del terreno cretaceo.

stato dapprima coperto improvvisamente da sedimenti i quali, distruggendosi oggidì in conseguenza degli agenti atmosferici, ci scoprono nei più intimi particolari questa natura dei tempi trascorsi.

Gli ammoniti raggiungono la loro èra di sovranità con una profusione di tipi più svariati. Il genere ammonite propriamente detto primeggia su tutti gli altri, come nei tempi giurassici; sarebbe lungo il descrivere anche solo le forme principali; indichiamo tuttavia l'*ammonites inflatus* (fig. 341) e l'*ammonites radiatus* (fig. 342), che possono indubbiamente venir annoverate fra le più cospicue. Esse scompaiono in seguito per sempre. Le belemniti sono ancora rappresentate dai generi *actinocomax* (piene) (fig. 343) e *belemnitella mucronatus* (cave) (fig. 344). Le si rinvengono spesso ovali e schiacciate. Al di sopra del terreno cretaceo, ove esse incominciano ad essere rare, non si trovano più nè ammoniti, nè belemniti, in maniera che la sola presenza di questi fossili basta per

Scaphites Yvanii. Helicoceras Robertianum.
Figg. 345-346. — Cefalopodi ammonitidi del periodo cretaceo.

dare la certezza che la formazione del terreno che si esamina non è anteriore all'epoca del trias, nè posteriore a quella della creta. È con ragione, lo si vede, che i geologi considerano le conchiglie come le medaglie commemorative delle grandi epoche del globo. Colui che trovasse una belemnite in un terreno carbonifero farebbe una scoperta analoga a chi trovasse una frase francese in un manoscritto di Cicerone. Val quanto dire che sarebbe quello un anacronismo assolutamente impossibile a verificarsi.

Come nell'epoca giurassica, i molluschi formano anche in questa il contingente più importante della popolazione dei mari cretacei. I cefalopodi rivaleggiano, pel numero delle specie loro, con quelli dell'epoca giurassica; se le ammoniti non raggiungono l'egual cifra, i nautili in compenso si sono fatti più numerosi: colle turriliti, colle baculiti, cogli

ptychoceras e colle hamites appaiono generi completamente nuovi. Le numerose forme di questo gruppo con conchiglie diritte, ricurve e avvolte a spirale solamente all'estremità loro, sono caratteristiche in generale dell'epoca cretacea. Questa famiglia possedeva già nei mari giurassici una notevole ricchezza di forme; ma una consimile modificazione dei generi continua durante il periodo cretaceo, e vi si vengono perfino ad aggiungere nuovi tipi. L'ammonite non è più avvolta a spirale unicamente sur uno stesso piano, tipo che noi abbiamo già visto nel Giura: essa prende nel cretaceo l'aspetto di corna, di bastoni, e s'avvolge a guisa di vite od alla foggia delle lumache. In tal modo dunque, prima di sparire per sempre dalle faune viventi, questo mirabile tipo di mollusco possedeva ancora una grande varietà di forme.

Fra le classi superiori dell'animalità, noi possiamo osservare la trasformazione lenta dei pesci e dei rettili. I pesci ganoidi sono in decadenza, ed hanno fatto posto ai generi con scaglie cornee, ai teleostei. I rettili che hanno caratterizzato il terreno giurassico si estinguono a poco a poco. Nella seconda metà del periodo cretaceo, non si trovano più nè ittiosauri, nè plesiosauri, nè pterodattili. I dinosauri sono ancora rappresentati dagli iguanodonti, dai megalosauri, dagli ileosauri, dai pelosauri, e soprattutto dai giganteschi *mosasauri.* I coccodrilli, discendenti dai sauri del giurassico, fanno la loro apparizione per durare fino ai giorni nostri.

I pesci e gli anfibî non parrebbero essere stati numerosi, benchè se ne trovino qua e là alcuni resti. Fra i primi sono notevoli gli squali; se ne scopersero sei specie in Svizzera, e appartengono a generi di cui alcuni vivono ancora ai giorni nostri, quali gli *oxyrhina* e gli *odontaspis;* altri, ai *generi otodus* e *corax*, che sono speciali alla creta ed al mare terziario. Noi ritroviamo la famiglia dei ganoidi rappresentata come all'epoca giurassica, dal genere *pycnodus* con cinque specie, di cui una fu osservata a Sentis, al luogo dove si perde il Rodano ed al monte Salève; un'altra è comune nel neocomiano del Giura; vengono in seguito i generi *sphænodus* e *gyrodus.*

Il signor Pictet ha descritto quattro specie di pesci dalla forma di aringhe, che trovò nel neocomiano dei Voirons; essi sono prossimi parenti dei generi *elops* e *megalops* dei tropici. Fra queste aringhe e questi squali, i pesci dell'epoca cretacea si scostano da quelli dell'epoca giurassica e si avvicinano alla fauna attuale.

I rettili marini hanno finito di regnare. Se qualche osservatore, qualche mente elevata, qualche sguardo pensoso avesse potuto contemplare allora le regioni in cui la grande città parigina risplende oggidì, e penetrare negli abissi del mare in fondo a cui si deponevano i banchi cretacei che noi abbiamo osservati nella sezione geologica del pozzo artesiano di Grenelle, questo precursore dell'umanità futura avrebbe visto in quelle acque

i pesci antichi di quell'epoca, i *macropoma*, i *gyrodus*, i *betenostomus*, i *lepidotus*, in compagnia dei cefalopodi, delle ippuriti, dei ricci di mare, delle spugne, viventi tutti di quell'esistenza primitiva che nulla lascia intravedere dei futuri destini della Terra, e dominati dai giganteschi rettili acquatici della superficie, e specialmente del famoso *mosasauro* descritto nel periodo precedente e che regna fino agli altimi tempi del mare cretaceo. È quanto si è tentato di rappresentare nel disegno (fig. 350 a pag. 545).

Gli uccelli prendono gradatamente possesso dell'atmosfera. Agli *archeopterix* dell'epoca giurassica succedono gli *uccelli coi denti*, con cui noi abbiamo già stretto conoscenza, gli *ichtyornis*, gli *hesperornis*, ecc.

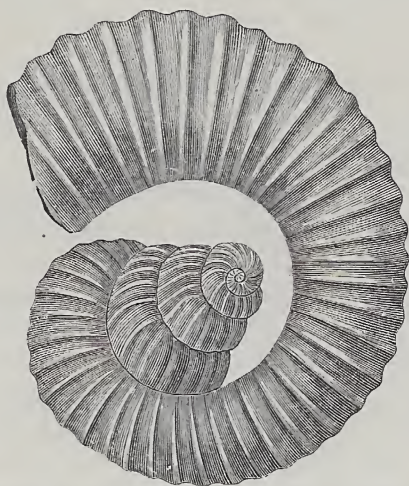



Fig. 347. — Cefalopodo ammonitide del periodo cretaceo. Heteroceras Emericianum.

Il più antico ed il meglio conosciuto di questi uccelli primitivi è l'*hesperornis regalis*. Parrebbe essere stato abbondante verso la metà del periodo cretaceo. Era un uccello acquatico. Abitava le rive del mare che si estendeva allora sull'America del Nord; era grandissimo e poteva rassomigliare ad un enorme pinguino. Le sue ali apparivano ridotte ad un solo ossicino stiliforme rappresentante l'omero; il suo sterno appiattito e senza carena assomigliava a quello degli struzzi. ed il suo omoplata, e così pure l'osso coracoide ricordavano ad un tempo i ratiti (1) ed i rettili dinosauri. Ma le sue membra posteriori, colle loro zampe palmate, erano robustissime, ed aveva una coda vigorosa, che, composta di dodici

(1) I Ratiti *(Ratitæ)* detti anche Proceri, Cursori, Brevipenne, ecc., costituiscono uno degli ordini più importanti della classe degli Uccelli, nel regno dei Sauropsidi. Vi appartengono lo struzzo, il casoaro ed i grandi uccelli, ora perduti, del Madagascar e della Nuova Zelanda. *Nota del Trad.*

vertebre dilatate lateralmente in forma di remo o di piccola pala orizzontale, doveva costituire un potente organo di locomozione.

Il becco era appuntato come quello dello smergo o della cicogna. La mascella superiore portava quattordici denti sul mascellare, e non ne aveva alla sua punta, sul premascellare: la mascella inferiore ne portava invece su tutto il suo orlo, trentatrè da ogni lato, e le sue due diramazioni, riunite da un'articolazione cartilaginea, potevan forse dilatarsi allo scopo di permettere all'animale d'inghiottire prede voluminose, come nei serpenti. Ecco un carattere essenziale ai rettili: i denti sono inalveati con forti radici in un alveolo comune: essi sono coperti d'uno smalto liscio, conici, con punta diretta all'indietro, ossia sono adatti ad afferrare gli alimenti, come nei rettili, e non a masticarli.

Il cervello era parimente consimile a quello dei rettili per la sua esiguità.

Cugino dell'*hesperornis regalis*, ricordiamo l'*ichthyornis*. I caratteri che lo separano dal precedente lo avvicinano ai nostri uccelli attuali. Egli è ancora rettile pel cervello, piccolo come nell'hesperornis, e per le sue vertebre biconcave, ma è uccello per tutto il resto. Egli ha in particolar modo ali ben sviluppate. La sua statura non oltrepassa quella del piccione e del corvo, ed era analogo alle nostre rondini di mare.

La comparizione di questi diversi uccelli primitivi condurrebbe ad opinare che li separino fra loro differenze essenziali, e che gli uccelli non sieno derivati da una sola diramazione rettiliana ma da più.

Mercè la facoltà di andar oltre agli stretti limiti in cui è racchiusa la nostra vita attuale, il nostro spirito può abbracciare questo lungo periodo cretaceo che, per svolgersi, ha forse richiesto un milione d'anni.

Se ci soffermiamo col pensiero all'epoca neocomiana e percorriamo le coste dei nostri mari, noi incontreremo in molti luoghi grandi masse d'animali che l'oceano ha gettato sulla spiaggia. Parecchie specie si presenteranno ai nostri sguardi; noi incontreremo ovunque le forme strane delle belemniti, la cui coda termina in forma di fuso, ammoniti e specie diverse di cefalopodi.

Se il nostro spirito ci trasporta ad un'epoca posteriore, quella dell'urgoniano, separata dalla precedente forse da centomila anni, e che percorse le stesse località, noi saremo meravigliati di non incontrar più i cefalopodi che, durante il periodo neocomiano, formavano uno dei gioielli della fauna, rallegrando le rive del mare colle loro lucenti conchiglie madreperlacee; queste casucce mirabilmente distribuite in compartimenti e con forme così diverse, sono scomparse, salvo alcuni rari avanzi. Tuttavia noi troviamo qua e là, lungo le rive, taluni banchi di corallo.

Se, centomila anni più tardi, durante il gault, noi visitassimo le stesse coste, le vedremo coperte di numerosi ricci di mare, di conchiglie bivalve, di univalve; i cefalopodi avrebbero cangiato livrea, e non sareb-

bero più gli stessi quali erano durante il neocomiano; noi avremmo occasione di meravigliarci di vedere non solamente nuove specie, ma in parte altresì nuovi generi, quali le turriliti e le helioceras. Le stesse proporzioni sussisterebbero ancora nondimeno quanto al carattere generale della mescolanza delle specie.

Così, questa fauna marina ha conservato lo stampo di ognuno dei piani dell'epoca cretacea. Se, durante quest'epoca, ne fosse stato dato di visitare cento volte, ad intervalli di diecimila anni, le rive di quei mari, avremmo forse potuto seguire le modificazioni successive della fauna ch'esse racchiudevano e sarebbe questa la miglior prova che tutte queste faune erano legate fra di loro da una gran quantità di rapporti intimi e svariati; noi avremmo potuto in tal modo contemplare viventi ed animati gli esseri innumerevoli che furono rinvenuti sepolti da tanti secoli. (Osvaldo Heer).

Niun fossile nuovo viene a palesarci una progressione nei mammiferi,

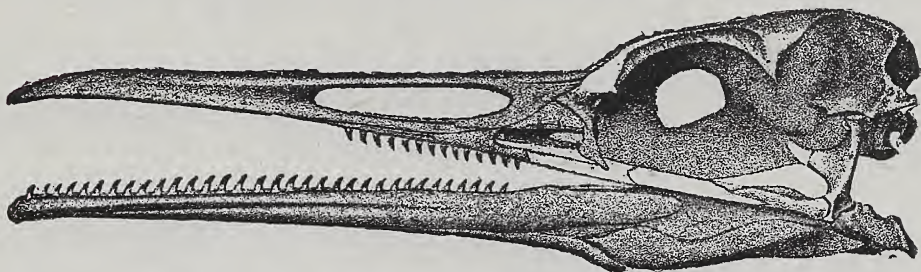



Fig. 348. — Testa d'uccello con denti (Cretaceo degli Stati Uniti).

i più rudimentali dei quali sono specie nate, come noi vedemmo, durante il periodo liasico.

Ciò che sorprende, ciò che ci confonde nelle miriadi di secoli accumulati dai mari giurassici e cretacei, è il vedere le eternità aggiungersi alle eternità, l'incommensurabile all'incommensurabile, senza che la natura esca dal tipo dei rettili. Essa moltiplica i sauri; ne ingrossa, ne amplifica le forme; si ostina in questo tipo di cui esaurisce le varietà, e poscia, a grado a grado, l'abbandona.

Tuttavia, sì il tipo dei mammiferi che quello degli uccelli esistevano in qualche parte, abbozzati negli abissi dell'epoca del trias; essi vi si sono smarriti, tanto son rari. E se non hanno potuto svilupparsi ed invadere la scena, non è già che il tempo sia mancato loro per trasformarsi di generazione in generazione, ma sibbene che, attraverso il variar del tempo, la figura del mondo non ebbe a subire alcun cangiamento. Il tipo delle terreferme restava insulare, ed improntava così del suo marchio una fauna insulare.

Invano i secoli si accumulavano, essi non potevano dare agli organismi

viventi il carattere continentale che mancava ancora al globo. I piccoli rosicanti insettivori restavano nelle isole giurassiche ciò che i loro ana-

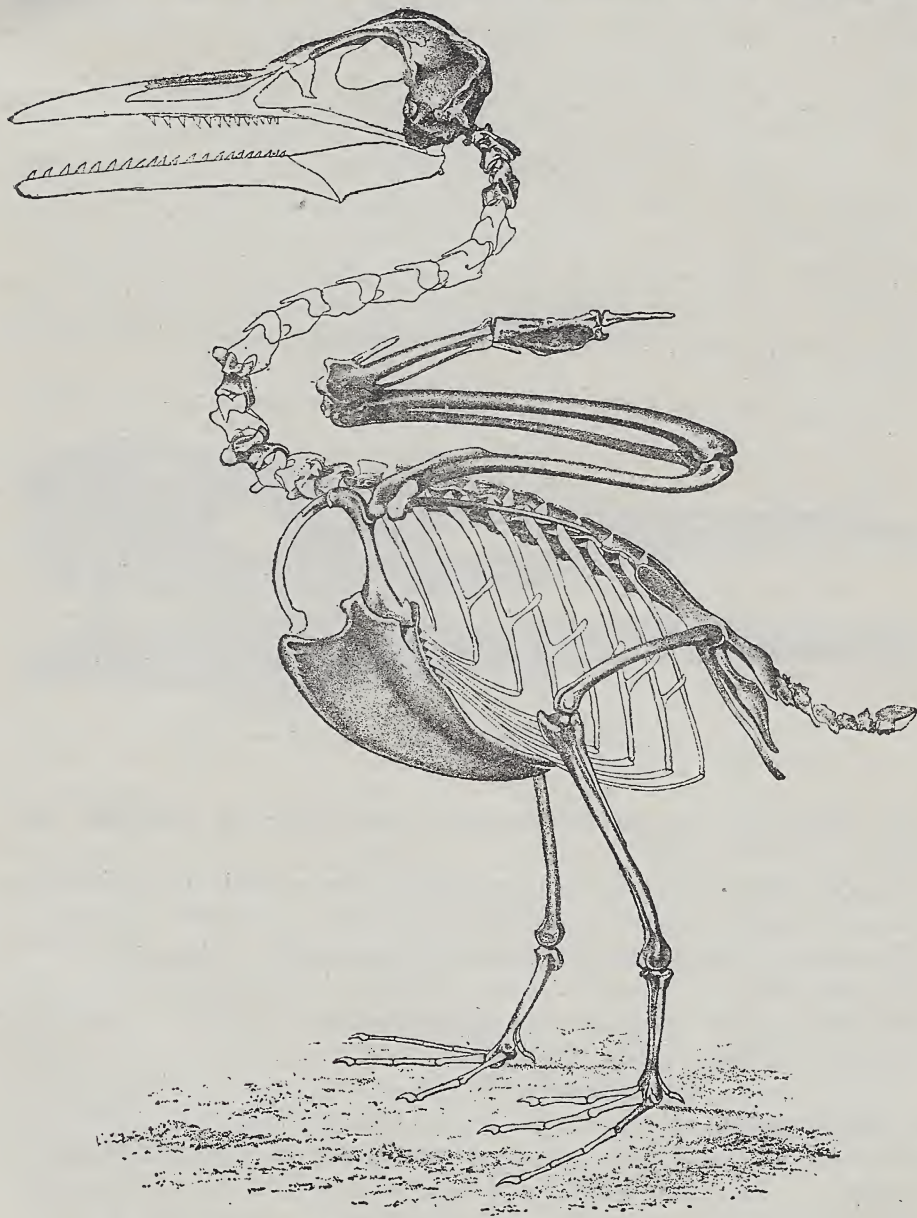



Fig. 349. — Gli uccelli con denti del periodo cretaceo.
L'Ichthyornis Victor dell'America del Nord.

loghi sono nelle isole dell'Oceania. Tutt'al più si elevano all'ordine inferiore dei kanguroo didelfi della Nuova Zelanda.

Il frazionamento, la dispersione, la rarità delle terre opponevano una

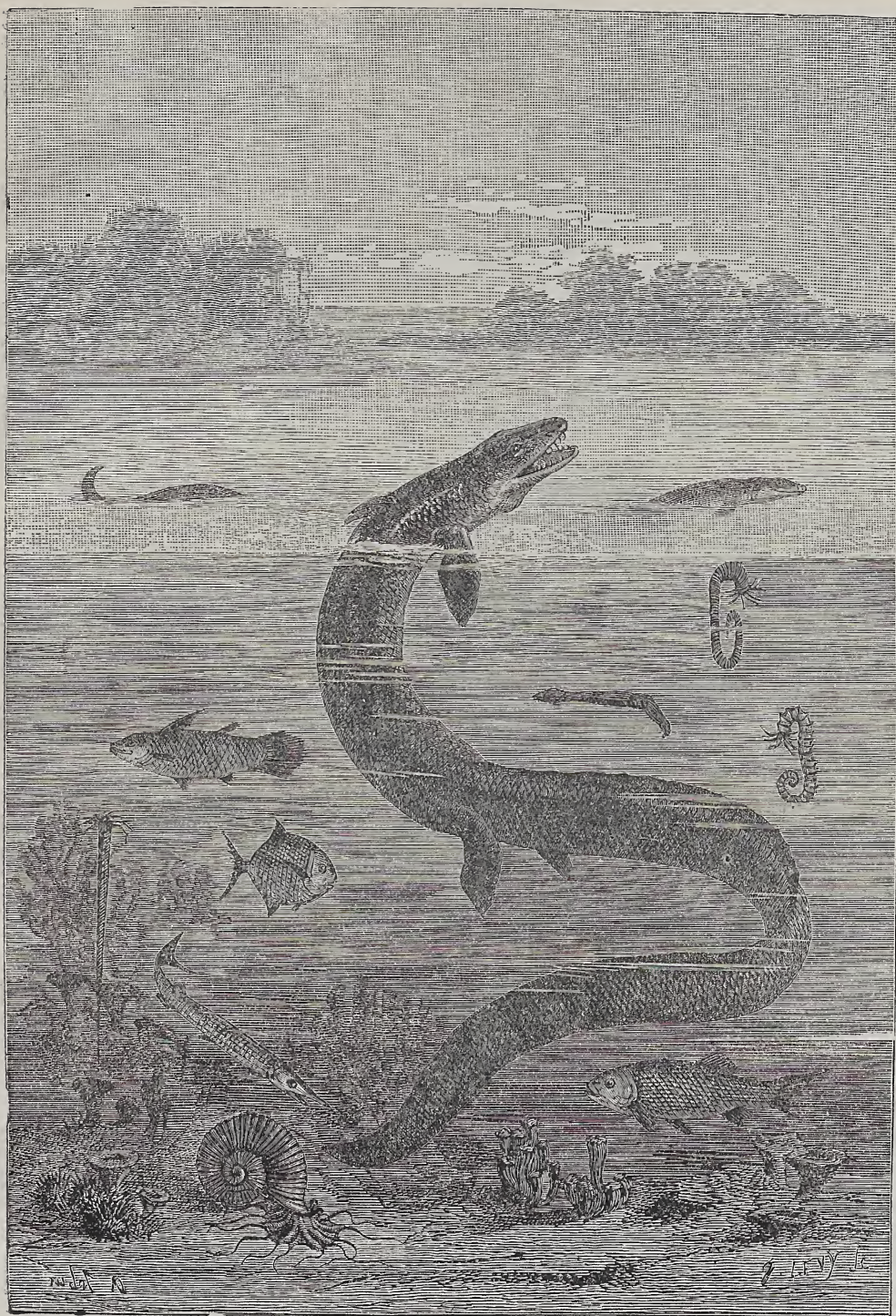



Fig. 250. — La regione di Parigi durante il mare cretaceo. Fine del regno del grande mosasauro.

barriera invincibile allo sviluppo dei mammiferi terrestri, poichè questi, per levarsi alle grandi specie, hanno bisogno di un vasto spazio. Nomadi, occorre loro un mondo da percorrere; erbivori, è necessità per essi l'aver pascoli sempre nuovi. Non si possono imaginare i grandi carnivori senza mandre di erbivori, e queste mandre senza vaste pianure erbose. Ogni organismo vivente suppone così una certa forma del mondo che esso rispecchia. Al camello risponde il deserto; al cavallo la steppa; al camoscio, alla capra si affanno i monti dirupati: all'elefante, al rinoceronte, le immense foreste; alla giraffa, l'oasi; al bove, le pianure intonse; all'ippopotamo i fiumi d'acqua dolce. Ognuno di questi generi di mammiferi è conforme ad una determinata figura del globo: tutti insieme presuppongono una varietà inesauribile nella conformazione delle terre, ed in particolar modo un'estensione quale può solo fornirla un continente.

Restringete in quella vece il continente nell'angusta cerchia di un'isola, moltiplicate quell'isola quanto vi piace, disseminatene a profusione il vasto oceano, imaginate ovunque una terra stretta, bassa, uniforme. È impossibile il concepire, in questi limiti, la formazione, la produzione, l'apparizione dei grandi mammiferi, che non avrebbe alcun rapporto col mondo insulare da cui sarebbero circondati. Finchè il globo non si elevi dalla forma insulare alla forma continentale, la fauna non può elevarsi dal rettile al mammifero, e tanto meno ancora all'uomo.

Se voi trovaste in qualche parte, in un'isola, i resti fossili d'un grande mammifero, bisognerebbe concluderne che non è indigeno, ma che vi è stato portato, o che l'isola fu staccata da un continente. La sola vista delle ossa fossili di elefanti e di rinoceronti scoperti a Palermo, dice abbastanza che la Sicilia ha fatto parte in altri tempi di una vasta terraferma. Per dedurre questa conclusione, non vi è bisogno di paragonare fra di loro i depositi sottomarini. Il grande mammifero esclude l'isola, come l'isola esclude il mammifero.

Non meravigliamoci dunque che i mari giurassico e cretaceo non abbian potuto produrre tipi assolutamente nuovi negli esseri animati, poichè essi hanno conservato, attraverso le metamorfosi delle spiaggie, lo stesso tipo nella configurazione del globo. Alla superficie di queste isole tutte simili fra loro, che emergono l'una dopo l'altra, dovevano perpetuarsi rettili insulari che, senza dubbio si trasformavano insensibilmente, ma che non potevano uscire dalle condizioni uniformi in cui erano rinserrati (1).

Come si vede, la fine dei tempi secondari annuncia la disparizione del mondo antico e l'arrivo di un nuovo mondo. I resti fossili si fanno poveri di numero: quelli dei mammiferi ponno quasi essere considerati come nulli. È un crepuscolo che precede un'aurora.

È la stessa cosa del mondo delle piante. Il numero conosciuto delle

---

(1) EDGARDO QUINET. La creazione.

specie vegetali particolari al cretaceo non oltrepassa guari quello di trecento. Sono tuttora felci e conifere che dominano. Ma esse non tardano a far posto a specie nuove. Il carattere della flora cretacea consiste nell'apparizione delle piante dicotiledoni angiosperme. Fin d'allora la flora europea presenta la justaposizione delle due categorie di tipi, gli uni destinati a disparire o ad essere ricacciati verso il sud, gli altri a formare il fondo della nostra vegetazione indigena. Così i pioppi, i faggi, le ederacee, i castagni ed i platani vi sono associati alle palme, ai lauri, ed alle pendanee.

Le conifere giurassiche erano per la maggior parte alberi elevati, e

Fig. 351. — Gli uccelli con denti: l'Hesperornis regalis.

molti di prima grandezza. Gli uni assomigliavano alle araucarie, o facevano almeno legittimamente parte di questo genere; gli altri offrivano l'aspetto dei nostri cipressi, con rami più grossi e vigorosi; altri infine non offrivano che rami stecchiti e tronchi nudi o poco ramificati. Le foglie di questi ultimi si riducevano alle proporzioni di semplici scaglie con protuberanze mammillari, strettamente contigue e disegnanti alla superficie delle parti più vecchie un mosaico con scompartimenti regolari, di cui l'età non faceva che accrescere il perimetro.

Fino dal wealdiano, primo periodo della creta, o, se si preferisce meglio, ultimo periodo della serie oolitica, la congiunzione continentale è evidente. e l'emersione avveratasi su vasta scala, si manifesta sopra una

gran quantità di punti; in Inghilterra, nel nord della Germania, nel Giura e altrove, per l'estensione delle acque lacustri o fluviatili il cui còmpito diviene assai importante. Sono quelli gli indizî precursori della rivoluzione vegetale che si prepara.

L'evoluzione organica a cui i dicotiledoni dovettero la loro esistenza, e poscia l'estensione loro, si compie senza dubbio sotto l'influenza di condizioni diversissime. Ma è certo oggidì ch'essa si è prodotta durante l'epoca cretacea.

Dovunque in quell'epoca i dicotiledoni o vegetali con fogliame, prima d'allora sconosciuti, sono diventati dominanti; dovunque una rivoluzione tanto rapida nel suo modo di procedere quanto universale nei suoi effetti, favorisce l'introduzione di questa categoria di piante, e dovunque

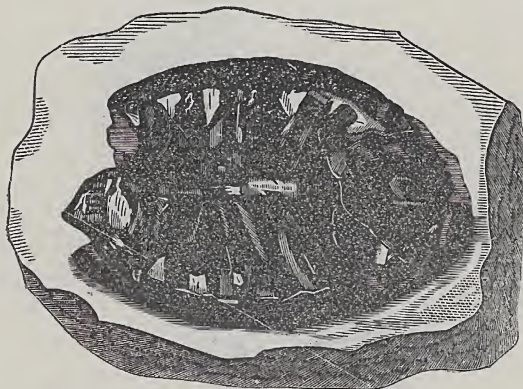



Fig. 352. — Tartaruga fossile del periodo cretaceo.

altresì le cicadee e le conifere, fino allora dominatrici incontrastate del regno vegetale, tendono a decrescere ed a ritirarsi sempre più indietro.

I dicotiledoni abbondano nella Germania cenomaniana, in Moravia, in Sassonia, in Boemia, in Slesia, fra il 49° ed il 50° di latitudine. In mezzo a questa regione, posta allora in prossimità delle spiaggie di un mare settentrionale, le piante con fogliame presentano una curiosa miscela di generi estinti, di generi divenuti esotici e tropicali e di generi rimasti europei, o almeno ancora indigeni della zona boreale extraeuropea. Il genere credneria è un esempio dei primi; il genere hymenea che fa parte del gruppo delle leguminose cesalpiniee, attesta la presenza dei secondi. Questi tipi, fissati fin d'allora nei loro tratti principali, non hanno più dato luogo in seguito che ad insignificanti varietà.

Il platano, il faggio, il castagno, sono stati trovati in America come in Europa, nei sedimenti del periodo cretaceo. Sono essi, come può vedersi, i precursori del mondo vegetale moderno.

Le prime palme che siano state fin qui osservate, non tenendo conto delle false indicazioni spesso applicate a vegetali della flora carbonifera,

estranei in realtà a questa classe, si mostrano in Europa nella seconda metà del periodo cretaceo.

Fig. 353. — Paesaggio vegetale del periodo cretaceo, in Boemia, secondo il signor De Saporta.

Questo tipo teneva il posto di mezzo fra le palme a fronde pinnate, e le palme a fronde flabellate, quali sono i sabal (1). Le palme portano per la maggior parte, nella loro infanzia, fronde foggiate su questo mo-

(1) Palme dalle larghe foglie a forma di ventaglio, meglio conosciute col nome di Corifee.
Nota del Trad.

dello, innanzi di prendere il loro completo sviluppo ed assumere la loro forma definitiva. È curioso l'osservare un tipo simile all'origine del gruppo, e l'esclusione di questo dalle regioni artiche costituisce parimente, come abbiamo fatto notare precedentemente, un prezioso indizio dell'abbassamento della temperatura che incomincia a manifestarsi nell'estremo nord.

Un deposito cenomaniano di piante terrestri è stato scoperto ad Atanè (Groenlandia), da Nordenskjœld. Vi si notano un bambù, una cicadea, alcune felci della tribù subtropicale, alcune gleicheniee ed angiosperme, fra le quali domina un pioppo affine al populus euphratica insieme a fichi, a magnolie, ecc. Alcuni pini e sequoje, e così pure un gincko (1) danno compimento a questo curioso complesso di piante in cui mancano le palme, mentre all'epoca stessa se ne osservano in Slesia ed in Provenza. Questo fatto sembra denotare che la distinzione delle zone climatiche incominciava allora a delinearsi, almeno nella regione polare.

« L'esistenza simultanea di due serie che ci sembrano ora destinate ad escludersi, scrive il signor De Saporta, aveva allora senza dubbio la sua ragion d'essere. Nonostante il calore, indubbiamente temperato dall'umidità e probabilmente abbastanza uniforme, esse potevano vivere associate in una comunanza armoniosa quant'altre mai. La maestosità quasi generale delle forme vegetali di quest'epoca annuncia un tempo e stagioni favorevoli allo sviluppo del mondo delle piante, e queste condizioni spiegano assai bene la rapida estensione dei diversi tipi fra cui va divisa la classe dei dicotiledoni. La maggior parte fra di essi invero, se si ha riguardo alle famiglie che s'incontrano più d'ordinario allo stato fossile, risalgono fino a quest'epoca, e avevano, fin d'allora, i caratteri che le distinguono tuttodì. La seconda metà della creta può essere come il punto di partenza della vegetazione particolare alla nostra zona, così come l'èra carbonifera ha segnato quello dell'intiero regno vegetale. Infatti, fino dal cenomaniano, incomincia un'evoluzione mediante la quale le nuove tribù vanno moltiplicandosi e differenziandosi in una proporzione sempre crescente.

« Il clima europeo, è d'uopo constatarlo, ha variato in molte riprese, e da ciò si spiega la preponderanza alternativa, nel corso dei tempi terziari, delle associazioni di specie con fogliame scarso e coriaceo, e delle

(1) Gincko. È il Gincko-biloba Linn., o Salisburia adiantifolia Smith, albero appartenente alla famiglia delle Conifere che, per avere le foglie laminari cuneiformi e decidue, parrebbe costituire l'anello di congiunzione tra le conifere, con foglie aciculari e persistenti, e le cupulifere dal largo e vario fogliame.

Dei Gin ko si conoscono ben quaranta specie nelle epoche geologiche anteriori alla nostra, ed ora più non sopravvive che quest'unica specie forse per l'amore e la venerazione con cui quest'albero venne conservato in Cina ed al Giappone presso i templi buddistici. Fu introdotto in Europa dal botanico Gordon nel 1754, e lo si conobbe per qualche tempo col nome di albero dei quaranta scudi, dal prezzo con cui fu pagato nei primi tempi della sua introduzione. *Nota del Trad.*

associazioni distinte per l'ampiezza dei loro organi di appendice. Avviene lo stesso ancor oggi sotto i nostri occhi; le differenze da regione a regione, da una stazione ad un'altra stazione ritraggono il quadro di quelle che il tempo fece sorgere e che si succedettero sul nostro suolo. In tal maniera i fenomeni che noi osserviamo, paragonando fra di loro certi punti della superficie terrestre, si sono manifestati altre volte attraverso il decorrere delle età. I procedimenti della natura sono, in fondo, rimasti gli stessi. Essa è riescita in ogni tempo a piegare gli organismi sotto l'influenza del mezzo, e da questa influenza ha fatto scaturire una forza suscettibile di risvegliare le tendenze alla variabilità, inerenti a tutti gli esseri viventi. È un'azione altrettanto più energica inquantochè è permanente e si applica infine ad organismi fissi al suolo, come lo sono i vegetali, che la subiscono senz'essere capaci di sottrarvisi mediante la fuga (1). »

Noi riproduciamo nella figura 353, ricorrendo all'eminente botanico francese, un paesaggio vegetale del periodo cretaceo ricostituito secondo i tipi che vennero riconosciuti nel piano cenomaniano in Boemia. Si scorge tosto che il mondo s'incammina verso la nostra epoca. Non sono più le asperelle e le calamiti del periodo devoniano, le felci dei tempi carboniferi (vedasi il paesaggio della pag. 369), le sigillarie, i lepidodendri (pag. 377), nè le haidingere, e le voltzie del periodo triasico (pag. 425 e 441). Ci facciamo sempre più vicini all'aspetto del mondo odierno. Ma non sono ancora, nè i nostri paesaggi tropicali, nè i nostri boschi frammezzati da quercie, da faggi e da olmi, o i nostri boschi di tigli, di pioppi o di salici.

Tuttavia, come noi vedemmo testè, le specie moderne sono nate, e non avranno più che a separarsi dalle antiche. Le sequoje (2), i pini, i bambù, i fichi, le magnolie, le palme, i platani, i pioppi, le quercie, i tigli, i castagni, i faggi, i salici, l'edera, ecc., già esistono. La Terra dell'uomo si prepara. Se il lettore si compiacerà di ricorrere di nuovo all'*albero genealogico del regno vegetale* pubblicato più sopra (pag. 376), egli vedrà come lo sviluppo di quest'albero abbia continuato regolarmente a somiglianza di quello del regno animale, e come, precisamente durante il periodo cretaceo, il ramo dei dicotiledoni dialipetali siasi staccato per dar origine ai rami superiori del regno vegetale. Noi abbiamo fin d'allora variazioni di stagioni, alberi il cui fogliame cade nell'inverno e si

---

(1) De Saporta. *Il mondo delle piante prima della apparizione dell'uomo.*

(2) Sono le sequoje conifere che raggiungono proporzioni gigantesche, e si distinguono fra di esse in ispecial modo la Sequoja semprevirens e la gigantea che abbelliscono sovente i nostri giardini. È dovuta al naturalista Lobb la scoperta nelle montagne della California della Sequoja gigantea, alcuni esemplari del qual albero avevano un diametro da 4 a 10 metri, ed un'altezza da 80 fino a 130 metri. Questo colosso vegetale vien chiamato dagli Inglesi Wellingtonia, mentre gli Americani persistono a denominarlo Washingtonia, a ricordo del più illustre e venerato fra i loro concittadini. *Nota del Trad*

rinnovella alla primavera, spettacoli svariati che lo sguardo umano contemplerà in avvenire, e prospettive al di sopra delle quali il pensiero spazierà e troverà riposo, e siti che estasieranno l'artista e il sognatore. Gli ospiti delle antiche foreste sono scomparsi. I grotteschi iguanodonti, i rettili arrampicantisi dal volo fantastico, i sauri giganteschi, tutto questo mondo informe, rude, grossolano, senza eleganza e senza grazia, è oramai sepolto negli strati fossiliferi. Al di sopra delle loro tombe cinguetteranno gli uccelli, ronzeranno gli insetti, voleranno le farfalle, e, nella calma della natura, già i raggi del sole illuminano i primi fiori. Il grido sordo, rauco e senza eco, del bruto che scorrazza tumultuoso qua e là, è ora coperto da mille voci modulate sotto il soffio delle passioni avvicendantisi. Al tetro isolamento dei primi esseri, ha fatto seguito la vita in mandre, precorritrice della vita in società. I marsupiali hanno creato il sentimento della sollecitudine pei loro nati. Cure intelligenti e piene di grazia sono divenute una delle condizioni e la salvaguardia dell'esistenza degli uccelli. Le piante, come gli animali, si sono esse stesse abbellite in modo singolare ed offriranno bentosto, con fiori pomposi, frutta saporite. La temperatura è più moderata, l'aria più pura, il cielo più bello. La Terra cammina verso la perfezione. L'Umanità si sveglierà quanto prima — fra alcune migliaia di secoli — colle sue aspirazioni superiori, ma in pari tempo cogli istinti animali della sua origine, colle sue unghie, coi suoi denti, coi suoi appetiti grossolani, colle sue armi, col suo budget della guerra e colle sue armate permanenti.

LIBRO V

L'ETÀ TERZIARIA

CAPITOLO I.

IL PERIODO EOCENICO.

Gli anni hanno tenuto dietro agli anni, i secoli ai secoli; migliaia ed anzi miriadi di secoli sono trascorsi sulla faccia del mondo dalle origini della creazione terrestre. All'età cosmica della formazione del pianeta, anteriore ad ogni vita, ha fatto seguito l'età primordiale, l'èra degli organismi primitivi, degli esseri senza testa, sprovvisti di sensi e d'organi, delle piante senza foglie, senza fiori e senza frutti, mondo insensibile, cieco e muto. Molto tempo dopo, emanazione dei primi per mezzo del perfezionamento, apparvero gli esseri d'alcun poco più progrediti dell'età primaria; i molluschi, i crostacei, i pesci, sempre sordi e muti, ma non più ciechi. Noi abbiamo assistito in seguito all'uscir fuori dei rettili e degli alberi con foglie persistenti che caratterizzano i tre grandi periodi dell'epoca secondaria, e già, verso la fine di quest'epoca, salutammo l'apparizione dei rettili-uccelli e quella, più importante ancora, dei mammiferi primitivi, i marsupiali. Così lentamente, progressivamente, gradatamente, la storia della natura ci ha condotti al vestibolo dei tempi

terziarî, in cui penetriamo ora, e che saranno coronati dal più grande di tutti i progressi organici terrestri, dall'apparizione dell'umanità.

L'èra terziaria, diremo noi col signor De Lapparent, può essere definita, in una parola, come quella in cui le condizioni fisiche e biologiche, fino allora notevolmente uniformi, si sono differenziate al punto da produrre la varietà che caratterizza l'èra moderna. Alla fine dei tempi cretacei, l'Europa, ridotta ad un piccolo ammasso centrale, con un esiguo rilievo, incominciava a dar indizio di un movimento d'emersione. Attraverso numerose vicissitudini, questo movimento va oramai sempre più manifestandosi, e le diverse fasi ne saranno segnate dal sollevamento delle alte catene dei monti. Mentre, in vicinanza della depressione mediterranea, i depositi conserveranno in generale il carattere marino, nelle regioni settentrionali sarà fatta larga parte all'elemento lacustre o salmastro, ed a poco a poco il mare sarà respinto nei suoi limiti attuali. La zona calda, dopo avere per lungo tempo difesa l'integrità del suo dominio, si ritirerà decisamente verso il sud; e basterà ben presto la differenza di latitudine che separa la Provenza dall' Inghilterra per passare da una flora subtropicale a foreste di conifere, in attesa che il raffreddamento polare guadagni sempre più piede, e determini l'arretramento di tutti i vegetali che non ponno sostenere i lunghi inverni.

L'accrescimento delle masse continentali e la varietà delle condizioni che esse offrono fin d'ora, hanno per effetto un cangiamento notevole nelle faune e nelle flore terrestri. Vi si vede apparire quella complicazione organica che è caratteristica del progresso fisiologico, allo stesso modo che la divisione del lavoro è l'indizio più certo del perfezionamento delle civiltà materiali. I mammiferi, atrofizzati a lungo, si sviluppano con un vigore straordinario e prendono possesso del globo, mentre il mondo vegetale spiega, prima dell'invasione finale dei freddi settentrionali, una ricchezza ed una diversità d'individui fino a quell'epoca sconosciute. Il regno delle gimnosperme è finito; la preponderanza appartiene alle palme, e gli alberi soggetti alle stagioni, dei quali la metà dell'èra terziaria vedrà l'apogeo. Nei mari, i cefalopodi non hanno più che un còmpito ristretto, i brachiopodi sono meschinamente rappresentati, e la famiglia delle ammonitidi non ha più nulla a dirci. In compenso i lamellibranchi abbondano, e con essi i gasteropodi, il cui sviluppo si esplica mediante il carattere littorale della maggior parte delle formazioni oramai emerse. Nelle regioni più recisamente marine, prosperano i foraminiferi, almeno al principio del periodo, ed edificano assise calcaree che diventano la forma terziaria del regime mediterraneo, a quello stesso modo che i banchi con rudiste ne erano stati la forma secondaria. Le faune locali si moltiplicano, sotto l'impero di condizioni esteriori ogni giorno più diverse, preparando la varietà delle provincie zoologiche moderne.

Nello stesso tempo, l'attività interna, rimasta sopita durante lunghi secoli, si risveglia, dando luogo, su tutta la superficie del globo, a manifestazioni grandiose di cui i fenomeni vulcanici attuali non sono più che un'eco assai attutita. Le antiche fessure della scorza si riaprono; si formano nuovi crepacci, e sulle pareti delle une e degli altri, le emanazioni interne depositano materie diverse fra cui prevalgono l'oro e l'argento. Così, a poco a poco, la Terra si prepara per ricevere degnamente l'essere che deve regnare sovrano sulla sua superficie (1).

Quest'epoca inaugura l'èra dei fenomeni vulcanici; per la prima volta le roccie ignee si mostrano bollose e rigonfiate, e sorgono accompagnate da ceneri e scorie che fanno testimonianza di un'enorme sprigionamento di gas. Verso la fine del periodo appaiono i vulcani con crateri. In Francia, l'altipiano centrale si spacca e dà passaggio ai basalti ed alle trachiti. Queste ultime formano ai nostri giorni, in Alvernia, montagne quali il Puy-de-Dôme ed il monte Dore, che raggiungono da 1500 a 1800 metri di altezza. Fu la stessa cosa su tutta la superficie del globo. In Europa, la pianura centrale della Germania, l'Ungheria e la Transilvania sono le regioni ove queste eruzioni furono le più attive.

Ancora più incessanti che nelle epoche immediatamente anteriori, i movimenti d'oscillazione del suolo sono dimostrati dalle innumerevoli alternanze di assise d'acqua dolce e d'acqua marina, quasi durante tutta la durata dell'epoca terziaria. Al principio di quest'èra, le terreferme avevano press'a poco conservato la loro antica configurazione, e si riconoscono ancora i tre bacini francesi, di cui solo gli istmi guadagnarono in larghezza; ma ben tosto i continenti si trovano definitivamente emersi e pervengono a poco a poco, alla loro configurazione attuale. È a quest'epoca che le Alpi, l'Imalaja e le Cordigliere raggiunsero la loro gigantesca altezza.

Le roccie terziarie sono estremamente varie. Esse consistono in sabbie, più o meno pure, talvolta cementate in maniera da fornire arenarie di diversa consistenza: in marne, in argille, in calcari. Il gesso, il salgemma, i minerali di ferro, il solfo, i rognoni silicei, le ligniti vi abbondano e formano talora lenti ammassi di grande importanza. Molte roccie derivano direttamente dalle profondità del globo, da cui furono iniettate, in bacini più o meno circoscritti; tali sono le sabbie, le argille e i ferri siderolitici del Giura bernese, e fors'anche le arenarie di Fontainebleau. Perfettamente orizzontali, e ancor più intatte che nelle formazioni anteriori, le assise terziarie non si mostrano guari rotte e sollevate che nelle montagne. La potenza del terreno terziario oltrepassa talvolta i 3000 metri, ma non è forse completa in veruna parte (2).

---

(1) A. De Lapparent. *Trattato di Geologia.*
(2) Contejean. *Geologia e Paleontogia.*

All'epoca in cui si formò questo terreno terziario che, sollevandosi, diede alla Francia, ancora collegata coll'Inghilterra, press'a poco la sua configurazione attuale, la vita vegetale ed animale assume i suoi ultimi aspetti. Liberatasi dalle forme arcaiche particolari alle epoche precedenti, la flora e la fauna rassomigliano talmente allo stato attuale, che si è potuto dire, con ragione, che noi viviamo ancora nell'epoca terziaria. Questa flora e questa fauna ci sono, del resto, meglio conosciute di quelle delle epoche precedenti, e racchiudono un gran numero di tipi che non sono stati conservati nei terreni più antichi ove essi esistevano probabilmente.

Si vede la fauna dei rettili avvicinarsi a quella dei tempi attuali, in special modo nei veri batraci, quali rane e salamandre; fra tartarughe, coccodrilli, lucertole e serpenti appaiono questi ultimi, discendenza modificata delle lucertole. Gli uccelli hanno lasciato resti abbastanza numerosi.

Sono i mammiferi che dànno alla fauna terziaria il suo principale carattere. Tutti gli ordini vi figurano. Vi figurano innanzi tutto i pachidermi appartenenti a generi estinti, e alcuni carnivori, alcuni chirotteri ed alcuni rosicanti; i proboscidiani appaiono in seguito, cogli anfibî, i ruminanti, gli insettivori, i quadrumani e assai probabilmente i bimani.

Il periodo terziario è stato in tal modo contrassegnato dall'assetto definitivo dei continenti attuali, ma è necessario aggiungere che il complesso dei depositi ch'esso comprende corrisponde ad una durata così lunga, che sarebbe inesatto il credere che la distribuzione delle terre e dei mari sia rimasta stabile per tutta la sua durata. Il suolo, all'opposto, specialmente nei primi tempi, andò soggetto ad oscillazioni incessanti, che ebbero per risultato di trasformare i golfi in lagune, e di metterle poscia a secco. Le acque atmosferiche, accumulandosi nelle depressioni, hanno costituito laghi, intorno ai quali si è sviluppata una ricca vegetazione, composta questa volta di piante affini a quelle delle nostre foreste attuali. Questo stato di cose ha durato fino a che un movimento in senso inverso ebbe a ricondurre le acque marine sugli spazî che esse occupavano in passato. Sono questi movimenti alternativi di sollevamento e di abbassamento che hanno dato progressivamente ai continenti la loro configurazione attuale (1).

I terreni terziarî occupano, generalmente, le parti basse dei continenti, e riposano in stratificazione discordante sui terreni secondarî. Nei paesi di pianura, i loro strati rimasti in modo sensibile orizzontali, ossia nelle condizioni originali del loro deposito, si corrispondono esattamente nelle costiere che separano le valli. Questi terreni hanno molto minor consistenza delle roccie dei terreni più antichi; sono argille molli e pla-

---

(1) C. VÉLAIN. *Geologia stratigrafica.*

stiche, sabbie polverulenti ordinariamente assai pure, consolidate talvolta sotto forma di arenaria. I calcari terrosi, generalmente teneri e facili a tagliarsi, forniscono eccellenti *pietre da costruzione*. La frequenza dei *travertini*, ossia di quei calcari concrezionati e cellulosi che si formano principalmente quando acque oltremodo cariche di carbonato di calce cadono in cascata, indica l'abbondanza delle sorgenti e per conseguenza delle pioggie.

L'epoca terziaria si divide in tre periodi, caratterizzati ognuno da disposizioni stratigrafiche speciali, e così pure da faune distinte, in cui la frequenza delle specie attuali si appalesa sempre più: 1.° Terreno terziario inferiore: *Eocene* (aurora delle specie attuali); 2.° Terreno terziario medio: *Miocene* (minor numero di specie attuali); 3.° Terreno terziario superiore: *Pliocene* (maggior numero di specie attuali) (1).

Queste tre divisioni principali, proposte da Lyell e accettate da lungo tempo, tendono a modificarsi ed a suddividersi coi progressi degli studî geologici. Taluni geologi preferiscono perfino una nuova ripartizione in periodi alquanto differenti: essi chiamano paleogenici i primi depositi terziarii, oligogenici quelli che succedettero ad essi (compresi nell'eocene e nel miocene) e neogenici i terreni che rimangono del miocene e del pliocene per completare l'epoca terziaria. Noi non ci scosteremo sensibilmente dai due sistemi di divisioni, e conserveremo i termini più generalmente impiegati, pur conservando la prima classificazione e suddividendo il primo periodo in due, sotto le denominazioni di paleocene e d'oligocene. L'èra terziaria si presenta così sotto l'aspetto seguente:

EPOCA TERZIARIA.

Periodo eocenico.

1.° PALEOCENE	Piano suessoniano (2).
	Piano parigino (3).
2.° OLIGOCENE	Piano tongriano (4).
	Piano aquitaniano (5).

Periodo miocenico.

MIOCENE INFERIORE	Piano langhiano (6).
MIOCENE MEDIO	Piano elvetico, molassiano (7).
MIOCENE SUPERIORE	Piano tortoniano (8).

(1) Etimologie: εως, aurora, καινος, recente: μειον, meno, καινος, recente: πλειον, più, καινος, recente. Queste denominazioni, benchè più poetiche, non sono gran che più felici di quelle dei terreni primarî e secondarî.

(2) Sabbie del territorio di Soissons, argille e ligniti d'Epernay, marne di Meudon.

(3) Calcare grossolano di Parigi, calcare lacustre di Saint-Ouen, sabbie di Beauchamp.

(4) Argille e sabbie di Tongres in Limburgo.

(5) Calcare d'Aquitania. Cave di pietre da macina di Montmorency.

(6) Così chiamato dalle *langhe*, colline italiane. Sabbie ed arenarie di Fontainebleau.

(7) Strati marini della molassa svizzera.

(8) Argille di Tortona in Italia.

Periodo pliocenico.

Pliocene inferiore	Piano messiniano (1)
Pliocene medio	Piano piacentino (2) Piano astiano (3)
Pliocene superiore	Piano arnusiano (4)

Questi piani ed orizzonti si riconoscono ovunque essi esistono per la loro natura mineralogica e pei loro fossili, e sono designati coi nomi che ricordano il paese ov'essi furono meglio studiati. Tuttavia può vedersi da ciò come il linguaggio della geologia non sia ancora che provvisorio. Com'esso è al giorno d'oggi, dura fatica a sostenersi. Quale motivo havvi, per esempio, di dare il nome d'una provincia di Russia, d'Inghilterra, di Svizzera o di Francia ad un terreno che si trova disseminato su tutto il globo? Perchè imporre il nome di langhiano ad arenarie che si rinvengono a Fontainebleau, o d'acquataniano alle cave di pietra da macina di Montmorency? Ad una scienza che nasce or ora, occorre un linguaggio improvvisato; ognuno ha dato il nome del suo paese come il primo che gli si offriva. Ma la confusione incomincia a stabilirsi fra denominazioni che spesso non hanno altra origine che il puro caso.

Checchè ne sia, noi andiamo ora a rivivere un istante in mezzo a quelle epoche scomparse, seguendo l'ordine del loro sviluppo storico. Visitiamo innanzi tutto il periodo eocenico.

La natura ci fá assistere a grandiose trasformazioni geognostiche. Quasichè si trattasse di un semplice sollazzo molte volte ripetuto, il mare copre e ricopre alternativamente regioni che sembrano oggidì il dominio fisso dell'umanità, inonda vasti territorî, si ritira e ricompare di nuovo. Il periodo eocenico fu testimonio dei primi sforzi dei continenti e in particolar modo di quelli dell'Europa, per conquistare le loro dimensioni e i loro rilievi attuali. Già, verso la fine dei tempi cretacei, un movimento d'emersione rilevante aveva fatto seguito alla grande depressione della creta. I sedimenti eocenici attestano fin dal principio, la lotta dell'oceano e della terraferma, soprattutto nelle regioni del Nord, ove abbondano le formazioni d'acqua dolce, destinate ad estendersi sempre più al sud fino all'epoca del sollevamento dei Pirenei.

Ma questa lotta non ha luogo nel bacino del Mediterraneo, ove le formazioni marine conservano qualche cosa del carattere particolare che distingueva questa regione durante i periodi anteriori; il che equivale

(1) Corrispondente alla formazione del mar Caspio.
(2) Invasione marina subapennina: Piacenza, ecc.
(3) Di Asti. Disseccamento del bacino del Rodano.
(4) Zona dell'*elephas meridionalis* della Val d'Arno, in Italia.

a dire che vi si vedono aver predominanza, prolungandosi su grandi estensioni calcari, alla cui costruzione hanno preso parte importante i piccoli molluschi. Solamente non è più a dicerati, nè a rudiste che è devoluto questo còmpito: ma bensì a semplici protozoarî e soprattutto alle nummuliti, che hanno dato il loro nome all'insieme del sistema eocenico mediterraneo o terreno nummulitico.

A quest'epoca, mediterraneo quattro o cinque volte più vasto del nostro, il mare nummulitico attraversava diagonalmente l'Europa, andando da Nizza in Crimea, lungo la direzione della catena delle Alpi, che hanno, in seguito, sollevato i suoi depositi fino alle loro cime. Al posto delle Alpi non vi erano allora che isolotti.

L'Europa offriva in quei tempi una fisonomia completamente africana. Sotto l'influenza di un mare caldo, che giungeva fino al tropico verso il sud, si stabilisce un regime di stagioni secche ed ardenti, alternantisi con stagioni piovose e temperate, essendo la temperatura media annua di circa 25° sotto la latitudine della Provenza. Si verifica allora la più grande elevazione termica che l'Europa abbia conosciuto nei tempi terziarî. Le palme abbondano in Francia, gli alberi di cocco e le piante analoghe prosperano in Inghilterra, ove gli alberi a stagioni sembrano ancora relegati sulle alture, da cui non discenderanno che alla fine dèll'eocene. Il periodo ha fine press'a poco in queste condizioni senza che le regioni più attigue al polo cessino dall'alimentare una vegetazione che rende testimonianza di una media annuale superiore di una ventina di gradi a quella che si constata oggi negli stessi paraggi (1).

È d'altronde in questo momento che l'attività interna incomincia a farsi sentire, particolarmente mediante eruzioni di roccie serpentinose, che accompagnano il sollevamento dei Pirenei e quello degli Apennini, mentre, più al nord, abbondanti emissioni sulfuree e ferruginose arrivano fino alla superficie.

Il terreno terziario superiore è assai sviluppato nei dintorni di Parigi; esso prosegue all'est nel Belgio, ed al nord-ovest in Inghilterra. Tre capitali, Parigi, Brusselle e Londra sono così stabilite sui depositi di questo periodo. La Manica non esisteva in quell'epoca; la Bretagna, collegata alla penisola di Cornovaglia, chiudeva da quel lato il golfo anglo-parigino, che s'apriva beante all'est passando al di sopra delle Ardenne, per estendersi sul Belgio.

Nel bacino di Parigi, l'eocene, divenuto classico, si compone di una alternanza, frequentemente ripetuta, di strati marini e lacustri che vengono ad allinearsi nelle tre divisioni seguenti:

---

(1) A. De Lapparent. *Trattato di Geologia*.

EOCENE	SUPERIORE		Marne lacustri sopragessose.
			» gessose e travertino di Champigny.
			» marine infragessose.
	MEDIO		Calcare lacustre di Saint-Ouen.
			Sabbie di Beauchamp.
			Calcare grossolano.
	INFERIORE	I.	Sabbie superiori del territorio di Soissons. (Sabbie di Cuise.)
			Argilla plastica e ligniti.
			Sabbie inferiori del territorio di Soissons. (Sabbie di Bracheux.)
		II.	Calcari e marne lacustri di Meudon e di Rilly.
			Calcare marino; puddinga di Nemours.

Descriveremo queste diverse formazioni con alcuni particolari, inquantochè sono assai sviluppate e di facile osservazione in Francia, e soprattutto nei dintorni di Parigi.

Ecco la loro successione cronologica, secondo il signor Vélain (1).

Cominciamo dalla base, dagli strati più antichi.

EOCENE INFERIORE. — I. *Calcare marino e formazione lacustre di Rilly.* — Gli strati più bassi dell'eocene sono rappresentati nei dintorni immediati di Parigi, in ispecial modo a Meudon, ove essi ricoprono il calcare pisolitico che termina il terreno cretaceo, con marne bianche, untuose, stronzianifere, racchiudenti alla base noduli calcarei con fossili, marini ed alla sommità concrezioni bianche che contengono molluschi d'acqua dolce e terrestri. Questi strati attestano in tal modo che il bacino di Parigi, invaso dapprima dalle acque marine, è stato più tardi in parte sommerso e ricoperto dalle acque dolci. Questa formazione marina della base, che rileva per i primi secoli dell'eocene, una nuova invasione del mare, è ancora ben indicata più a sud, da un cordone di piastrelle, oggidì cementate mediante selce e trasformata in una puddinga compatta (puddinga di Nemours) che traccia esattamente il limite di questa invasione del mare. All'est, nel Belgio, questi depositi marini meglio determinati, fanno luogo ad un calcare sabbioso, assai ricco di conchiglie, che racchiude una bella fauna marina. Al di sopra si sviluppa come a Meudon, un calcare lacustre, riempito di conchiglie terrestri. Questo stesso calcare si sviluppa a Reims; a Rilly esso raggiunge molti metri di potenza e si mostra in modo particolare copioso di fossili. Più lungi, in vicinanza di Sézanne, si presenta sotto la forma di un travertino, addossato ad una scogliera cretacea, che segna, in quel punto, il limite del posto occupato da quell'antico lago, ove venivano a riversarsi sorgenti incrostanti attive, che dall'alto della scogliera cretacea, si precipitano in cascate. In queste acque rapidamente scorrenti, ed assai ombreggiate, vivevano numerosi molluschi, con insetti che furono rinvenuti pietrificati e così ben conservati, in quei calcari incrostanti, da poter riconoscere tutti i più minuti particolari del loro organismo.

---

(1) C. VÉLAIN. *Geologia stratigrafica.*

II. *Sabbie del territorio di Soissons.* — Il mare è venuto poscia a coprire tutta l'estensione del golfo anglo-parigino, e vi ha deposto sabbie

Fig. 355. — Quadro generale dei terreni parigini.

glauconiose, riempite di conchiglie marine, assai diffuse nei dintorni di Bracheux, ove sono più distinte per l'abbondanza di una grande specie di ostriche, che forma interi banchi.

Argilla plastica e ligniti. — Il golfo in cui si sono depositate queste sabbie era per tal modo assai esteso. Un'emersione del bacino anglo-parigino, che ebbe a susseguirne, manifestandosi maggiormente ad est, ha prodotto la formazione, al centro di quel bacino, nei dintorni immediati di Parigi, di un lago ove si sono depositati strati d'argilla, di cui si trae uso, a Vaugirard e ad Issy, per tegole e stoviglie, e a Montereau, ove è più pura, per terraglie e porcellane. Queste argille con ligniti sono molto più estese dell'argilla plastica inferiore. È la stessa cosa in Inghilterra ove le sabbie e le argille con lignite, collegate a quelle del territorio di Soissons, sono sormontate da argille brune tenaci (London clay), il cui spessore può raggiungere 150 metri a Londra. L'argilla di Londra offre questo particolare interesse di racchiudere conchiglie marine appartenenti a generi che non vivono che nei mari caldi; con questi fossili si rinvengono colà un gran numero di tartarughe, più di sessanta specie di pesci, ed infine numerose ossa di mammiferi, e così pure frutti grossissimi, compressi, angolosi, assai analoghi alle noci di cocco, che devono aver navigato alla superficie delle acque prima di seppellirsi nei depositi fangosi ove noi li troviamo oggidì in un perfetto stato di conservazione. Si sono trovati consimili frutti dei tropici nel fango marno-sabbioso del Trocadero, allorchè si eseguivano i lavori di terra anteriori all'Esposizione del 1867: Parigi era un tempo un estuario caldo, vicino al mare, che del resto stava per risommergerla.

Sabbie superiori del territorio di Soissons. — Allorchè i depositi argillosi si formavano, da una parte, nel sud dell'Inghilterra, ove essi rappresentano una formazione di estuario, e dall'altra in Belgio, ove appartengono ad un mare più profondo, il bacino di Parigi era ancora sommerso: le sabbie minute, gialle e spesso glauconiose, che ricoprono nel territorio di Soissons le argille con ligniti, e che annunciano un ritorno del mare in questa regione, contengono una grande abbondanza di nummuliti.

Queste sabbie sono ben sviluppate al nord-est di Parigi, e in especial modo nella valle dell'Aisne, ove raggiungono 50 metri di spessore. Nel Belgio esse prendono, al di sopra dell'argilla delle Fiandre, un'importanza ancora più grande. Questo mare nummulitico è in tal modo venuto dall'est; passando sulle Fiandre, esso è penetrato nel bacino di Parigi attraverso uno stretto corrispondente alla valle attuale dell'Oise, e non s'è esteso al di là dei dintorni immediati di Parigi. A Vaugirard, a Vanves, le sabbie glauconiose che ricoprono le crete false appartengono alla serie del calcare grossolano e segnano l'inizio dell'eocene medio.

EOCENE MEDIO. — *Calcare grossolano inferiore.* — Il calcare grossolano comprende un complesso variato di calcari fossiliferi, che forniscono una eccellente pietra per costruzioni, il cui spessore medio è da 30 a 35

metri; alla base si osservano sabbie grossolane, con piccole piastrelle di selce nera e granelli verdi di glauconia spesso agglutinati mediante calcare contenente, insieme a denti di squali, piccoli polipi e soprattutto una nummilite abbastanza grossa che diventa abbondantissima nel calcare grossolano propriamente detto.

Queste sabbie glauconiose segnano in modo costante il principio di questa formazione marina che, questa volta, si estenderà nel sud-est dell'isola di Francia, molto al di là dei limiti raggiunti dalle sabbie di Cuise.

Al di sopra, si sviluppa un calcare con tessitura grossolana, assai ricco di conchiglie, impastato di nummuliti, al punto che, nel paese di Soissons, lo si designa col nome di *pietra da monete* (1); esso contiene insieme a grosse bivalve, ricci di mare, e soprattutto un grande *cerithium* che diventa caratteristico di questo livello.

Al di là dello sbocco dell'Artois, si trovano, cosparsi alla superficie del suolo, da San Quintino e dal Catelet fino a Lilla molti blocchi silicei con *nummulites lævigata*, ravvolti talora in argille rosse variegate, ed offrenti l'aspetto di vere pietre da marina. Sono essi gli ultimi testimonî d'uno strato, oggidì smantellato, che ne indica come il mare del calcare grossolano inferiore si estendesse da quel lato, e proseguisse nel Belgio attraverso uno stretto che, costeggiando l'alta valle della Somma, attraversa il dipartimento del Nord in tutta la sua estensione.

Calcare grossolano superiore. — Il calcare grossolano superiore più complesso perde il carattere assolutamente marino delle assise precedenti, e rappresenta una formazione d'estuario. Esso comprende alla base un orizzonte d'acqua dolce, frapposto fra due banchi marini caratterizzati ognuno dall'abbondanza delle cerizie, che si mostrano colà associate a gasteropodi d'acqua salmastra.

Il calcare d'acqua dolce contiene limnee e paludine con conchiglie terrestri; esso è frammezzato talvolta da argille lignitifere che racchiudono una bella flora d'un carattere *tropicale* evidentissimo, attestante la presenza, intorno a quel lago, di palme a ventaglio. È parimenti colà che si rinviene il *lophiodon*.

Ritirandosi il mare dal calcare grossolano sempre più verso il nord, questa serie ha fine con letti esigui di calcari compatti o silicei, alternantisi con marne fogliettate, talvolta magnesiache, designate col nome di *caillasse* (2) ove i fossili mancano assai di sovente.

Sabbie di Beauchamp. — Dopo queste alternative di formazioni lacustri e marine che mettono fine al calcare grossolano, un ritorno offensivo del

(1) Fr. *pierre à liards.* Il liard era una piccola moneta di Francia, che aveva il valore di tre denari.

(2) Si dà d'ordinario questo nome di *caillasse* allo strato fragile o tritume di una cava, ed anche alle marne sassose. *Nota del Trad.*

mare nel bacino di Parigi ha dato luogo a depositi sabbiosi, la cui fauna differisce poco da quella del calcare grossolano. Con un gran numero di specie comuni ai due orizzonti, si trova, come specie propria, una nuova nummulite.

Calcare di Saint-Ouen. — Dopo il deposito di quelle sabbie, il golfo del bacino di Parigi, già ristretto alla fine del calcare grossolano, si arresta al suo imbocco e si trasforma in un lago d'acqua dolce ove si depositano allora calcari e marne, con letti di selce intercalati, il cui spessore può raggiungere una ventina di metri. Questo calcare lacustre si estende sopra grandi superficie al nord di Parigi, nel Valois, e racchiude limnee e planorbe, con alcune conchiglie terrestri. Alla fine dell'eocene, le formazioni d'acqua dolce hanno in tal modo predominato nel bacino di Parigi.

EOCENE SUPERIORE. — *Marne gessifere.* — L'eocene superiore si compone di una lunga serie di marne gialle fogliettate, con intercalativi letti di gesso: questi depositi che possono raggiungere fino i 60 metri, sono ancora in gran parte d'origine lacustre. Alla base, una prima serie di marne gessifere poco spesse è direttamente applicata sul calcare di Saint-Ouen. Al di sopra si sviluppano le marne gessifere propriamente dette, in cui il gesso si presenta in tre masse principali di forma lenticolare. Le due prime sono di uno spessore da 4 a 5 metri in media; l'ultima è la più estesa di molto e la più compatta: essa raggiunge i venti metri a Montmartre. Il gesso vi si presenta sotto l'aspetto saccaroide, ed offre notevoli divisioni prismatiche paragonabili a quelle dei basalti, che valsero a questa massa la denominazione di « alti pilastri ». Tutta questa parte superiore, assolutamente lacustre, ha fine con marne piritose ed azzurrognole alla base, e bianchissime alla parte soprastante.

È nella massa alta che si sono rinvenuti tutti i pachidermi, paleoterî, anoploterî, ecc., dei quali noi stiamo per occuparci, e che devono essere considerati come gli animali caratteristici dell'eocene superiore.

Tale è la successione dei sedimenti pietrificati durante il periodo eocenico, facile a studiarsi, come lo si vede, nella regione francese. Allo scopo di completare questa descrizione sommaria, notiamo che queste roccie hanno avuto un ufficio importante nelle costruzioni dell'uomo. Quando non esistesse la pietra di costruzione, si può domandarsi sotto qual forma le abitazioni, i monumenti, i villaggi, le città sarebbero stati edificati. L'umanità ha rapporti non solo col regno animale e col regno vegetale, ma anche collo stesso regno minerale, che si riflette nelle forme della sua attività e nella sua storia.

Si può rendersi conto di questa successione abbastanza complicata di terreni mediante il prospetto della fig. 355, dovuta al signor Stanislao

INVERTEBRATI antenati dei VERTEBRATI

PESCI (Branchie): Cartilaginosi, Ossei

Anfibii

RETTILI: Saurii giganteschi, Lucertole, Serpenti, Coccodrilli, Tartarughe, Anonodonti

UCCELLI

MAMMIFERI: Marsupiali, Proscimie, Scimie, Antropoidi, Uomini

PERIODI

E. QUAT.: Moderno, Diluviale

ETÀ TERZIARIA: Pliocene, Miocene, Eocene

ETÀ SECONDARIA: Cretaceo, Giurassico, Triasico

ETÀ PRIMARIA: Permiano, Carbonifero, Devoniano

ETÀ PRIMORDIALE: Siluriano, Cambriano, Laurenziano

DURATA PROPORZIONALE

DELLE CINQUE ETÀ.

V. Età quaternaria . . .	1
IV. Età terziaria	3
III. Età secondaria	12
II. Età primaria	31
I. Età primordiale . . .	53
	100

Fig. 356. — Corrispondenza fra lo sviluppo del regno animale e la successione delle epoche geologiche.

Meunier. Bisogna supporre questi strati posti al di sopra di quelli che sono stati rappresentati nella sezione del pozzo artesiano di Grenelle (pagina 225): essi sono rimasti nelle regioni che le acque non hanno devastate. Ma ciò che nè la descrizione, nè il disegno ponno riprodurre, è la durata che rappresentano queste alternative di mari, di terraferma e di laghi, che, durante questo solo periodo, si sono succeduti sopra queste regioni della Francia, ove noi viviamo oggidì: sono centinaia di migliaia d'anni! I corsi d'acqua diluviali della fine dell'epoca terziaria e dell'epoca quaternaria, di cui s'è potuto avere un'idea dalla larghezza della Senna nei tempi preistorici (pag. 300), hanno escavato le valli al punto in cui noi lo vediamo oggidì, e, come noi abbiamo visto, i livelli continuano a variare anche ai giorni nostri.

Per formarsi un'idea dell'estrema varietà propria del periodo eocenico, si può osservare che la parte inferiore della formazione terziaria è rappresentata, nel bacino di Parigi, da una ventina di orizzonti perfettamente distinti, aventi tutti qualche tratto mineralogico od alcuni fossili particolari, le cui assise sono talvolta marine, tal altra d'acqua dolce; all'incontro essa consiste, quasi unicamente, nei Pirenei, nel Mezzogiorno dell'Europa e perfino nella Cina, in un enorme ammasso di calcare compatto completamente marino, di aspetto giurassico, ove pullulano i foraminiferi, che vien chiamato calcare con nummuliti, ed in cui i fossili si trovano in differenti modi associati. In tutti i bacini si osservano d'altronde passaggi di fossili tra i diversi piani ed orizzonti, e in generale questi passaggi sono tanto più numerosi quanto più il livello nel territorio si trova elevato. Così l'epoca terziaria si distingue meglio dall'epoca cretacea che dalle susseguenti; un gran numero di specie mioceniche passa al piano pliocenico, ed i mari attuali, il Mediterraneo per esempio, nutrono ancora una tal quantità di molluschi pliocenici, che non è facile a stabilirsi una demarcazione fra i sedimenti terziarî e quelli dell'epoca nostra. Si aggiunga altresì che le recenti esplorazioni col mezzo della draga hanno prodotto la scoperta di un numero di specie terziarie che si credevano estinte, e che non prosperano meno per questo nelle profondità del mare.

Le regioni polari, oggidì deserte e ghiacciate, erano allora coperte, come nei tempi secondarî, da una doviziosa vegetazione di foreste; ma vi si nota una tendenza al freddo. Non vi sono più piante tropicali, ma platani, tigli, castagni, faggi, abeti, betulle e nocciuoli. Questi alberi si dissemineranno più tardi verso le nostre regioni, allorchè esse saranno abbastanza raffreddate. Ma allora la calda Francia, il Belgio, l'Inghilterra erano coperte di palme!

Lentamente, gradatamente, di secolo in secolo, di età in età, la vita s'è sviluppata diversificandosi e progredendo sempre. Gli invertebrati dell'età primordiale hanno dato origine ai vertebrati. Ai molluschi succe-

dettero i pesci, ai pesci i rettili acquatici, a quest'ultimi gli anfibî, e dai rettili uscirono fuori gli uccelli. Derivati dagli anfibî, i monotremi e i marsupiali hanno iniziato il regno dei mammiferi che, durante l'epoca terziaria, acquistarono la dominazione definitiva del mondo. Noi stiamo ora per assistere allo sviluppo di questa classe di esseri superiori, che darà origine ai diversi ordini: pachidermi, ruminanti, carnivori, rosicanti, lemuri, scimie ed uomini.

Nessun quadro è più istruttivo forse di quello che rappresenta la corrispondenza cronologica fra questo sviluppo graduale del regno animale e la successione delle epoche geologiche. Se i nostri lettori si compiaceranno di soffermarvisi un istante (fig. 356) e di studiarlo, avranno in un sol colpo d'occhio la sintesi di questa grande storia.

Gli ordini attuali dei pesci esistevano già durante il periodo cretaceo e probabilmente anche prima; i periodi della loro evoluzione sono stati il devoniano ed il carbonifero. Gli ordini attuali dei rettili erano tutti stabiliti prima dell'eocene; il periodo della loro evoluzione si estende attraverso le tre età mesozoiche, e specialmente attraverso il permiano. Gli ordini attuali dei mammiferi non sono stati completamente costituiti che durante il periodo miocenico; nell'eocene essi erano in via di differenziamento e si appalesano poco o punto distinti gli uni dagli altri.

I rettili sono numerosi nell'eocene degli Stati Uniti, benchè sieno in modo singolare decaduti dalla loro supremazia durante il periodo secondario. Non si trovano più dinosauri terrestri, ed i pterosauri non volano più nell'aria: questi esseri sono scomparsi coi mari giurassici e cretacei ch'essi abitavano. Sono d'ora innanzi coccodrilli, tartarughe e lucertole che prendono il loro posto, e i serpenti fanno la loro prima apparizione sul continente americano. I coccodrilli appartengono già ai tipi attuali: il signor Cope ne distingue una dozzina di specie. Le tartarughe sono più variate: se ne conoscono quarantatrè specie. Fra i sauri, il camposauro è identificato col simedosauro, essendo questo tipo esistito su entrambi i continenti. Quanto ai serpenti, non se ne conoscono ancora che sei specie eoceniche.

Si sono rinvenute nei depositi dei mari eocenici razze d'ogni specie compresavi la torpedine o razza elettrica, riconoscibile alle sue natatoje disposte in circolo d'ogni intorno al corpo. Furono scoperte torpedini anche nei dintorni di Verona, nel monte Bolca, celebre pei suoi numerosi fossili: esse vi si presentano con dimensioni assai più considerevoli di quelle delle torpedini che abitano ora il Mediterraneo. Le specie fossili hanno oggidì i loro rappresentanti quasi esclusivamente nei mari australi, quali, per esempio l'*ostracion quadricornis* (fig. 357), notevole per la singolare disposizione dei suoi occhi fissati su vere corna.

Aix, in Provenza, è pure una località celebre pei suoi pesci fossili. Vi si rinviene soprattutto una specie di carpa (*lebias cephalotes*), che si

distingue dalle altre carpe per la bocca munita di denti. Questa specie esiste ancora ai giorni nostri nelle acque dolci della Provenza. Essa comprende pesciolini lunghi un pollice, che si trovano riuniti a centinaia in un frammento grosso come una mano, dello schisto che li contiene allo stato fossile. Il naturalista Agassiz ne ha disegnato alcuni nella sua eccellente iconografia di pesci fossili: la fig. 358 è stata incisa togliendola dai suoi disegni.

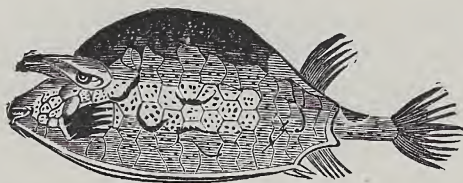



Fig. 357. — I pesci del periodo eocenico (ostracion quadricornis).

Notiamo fra i pesci più curiosi di quest'epoca, il *platax altissimus* (fig. 359).

Gli uccelli, di cui noi salutammo l'apparizione coll'archeopteryx, sembrano svincolarsi completamente dai rettili. La fig. 360 rappresenta una

Fig. 358. — Pesci fossili conservati sopra una piastra di schisto.

curiosa impronta che venne trovata negli strati inferiori della collina di Montmartre. Sono i resti di un essere alato che offre l'aspetto e l'organizzazione dei nostri uccelli attuali, e che venne chiamato *uccello di Montmartre*.

Quest'essere alato non aveva che dimensioni mediocri. La cosa è diversa per un uccello che fu scoperto nel 1855 dal signor Gastone Planté, negli strati eocenici di Meudon: il *gastornis parisiensis*. Fu scoperta la sola tibia dell'uccello; ma la dimensione di questo osso attesta in modo indubbio che l'animale aveva una grande apertura alare.

Noi vedremo gli uccelli prendere tutto il loro sviluppo nel periodo geologico seguente: il periodo miocenico.

Come abbiamo già osservato, sono i mammiferi che caratterizzano essenzialmente l'èra terziaria. Noi abbiamo assistito più sopra alla loro nascita nell'ordine primitivo e rudimentale dei marsupiali. Questi mammiferi inferiori hanno preceduto nei nostri paesi i placentarî; dopo avervi vissuto durante i tempi secondarî, essi vi sono divenuti rari durante l'e-

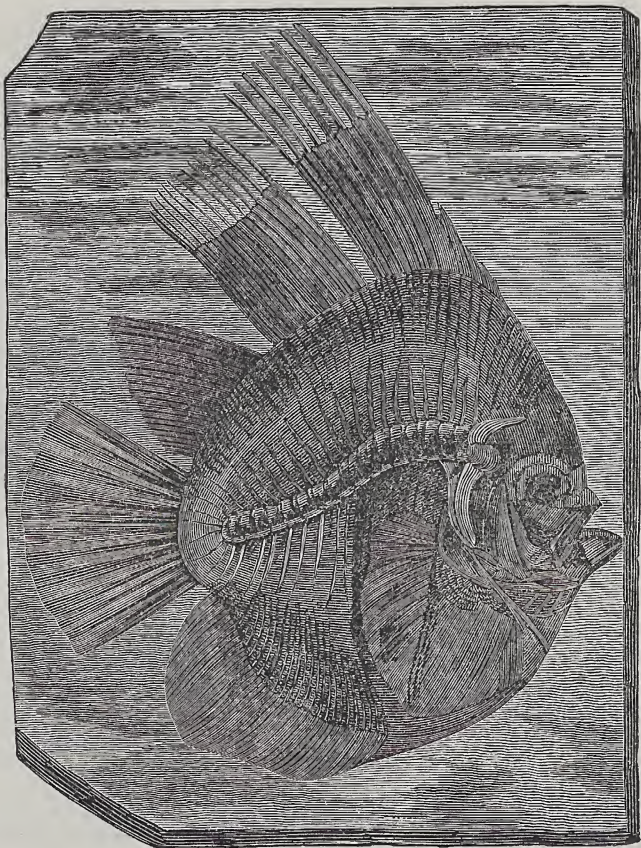



Fig. 359. — I pesci del periodo eocenico (platax altissimus).

poca eocenica e sono scomparsi alla metà dell'epoca miocenica. Il signor Gaudry opina che molti fra di essi si sieno trasformati in placentarî. « Quelli che non hanno subìto cangiamento e che non emigrarono, ebbero ad incontrare svantaggi nella lotta per la vita. Qualunque fossero infatti il coraggio di cui dessero prova e la loro sollecitudine materna, i loro piccini, esseri gracili, comparsi innanzi tempo, furono più esposti agli attacchi delle bestie feroci di quelli dei placentarî e soprattutto dei ruminanti e dei pachichermi che vengono alla luce in uno stato assai perfetto.

Oltre a ciò i marsupiali non possono attraversare i fiumi coi loro piccini nella tasca o sul loro dorso senza arrischiare di vederli asfissiarsi nell'acqua; i placentarî invece, i cui nati vengono alla luce in uno stato abbastanza inoltrato da permetter loro di correre e nuotare, non provano le stesse difficoltà. Siccome è destino degli erbivori di andare di campagna in campagna a cogliere le piante che ogni stagione fa sbocciare, così gli erbivori hanno dovuto essere più incagliati dei marsupiali carnivori, sia dai bracci di mare, sia dai fiumi: ed è questa forse una delle ragioni per cui essi scomparvero più presto dalle nostre regioni, poichè è degna di rimarco la circostanza che non è ancora stato scoperto nei nostri terreni terziarî alcun vero marsupiale erbivoro, mentre vi si trovano i resti dei marsupiali carnivori. »

Durante la prima metà dei tempi terziarî, vi ebbero a Parigi, in Alvernia, in Valchiusa, in Svizzera, animali che rassomigliavano grandemente alle sarighe attuali. Non si può dubitare ch'essi abbiano avuto un organismo eguale, poichè Cuvier ha trovato in posto presso qualcuno d'essi le ossa chiamate marsupiali, che servono a conservare la tasca ove si annidano i piccoli animali. Questa scoperta è una di quelle che sembrano aver interessato maggiormente il nostro grande anatomico; prima d'aver visto il bacino, egli era persuaso ch'esso portava ossa marsupiali, poichè lo studio dei denti e dello scheletro gli aveva rivelato talune rassomiglianze colle sarighe. Cuvier ammetteva una legge che si chiama la legge di connessione degli organi: egli pensava che la presenza di un organo trascina con sè un altro organo, e, vedendo un animale del gesso di Montmartre, che aveva denti come la sarighe, egli assicurava preventivamente che doveva avere altresì ossa marsupiali come le sarighe. Al momento di scavare la pietra per mettere a nudo il bacino, egli riunì alcuni amici per farli assistere alla scoperta delle ossa marsupiali, e la riuscita della sua operazione fece ammirare una volta di più la sua perspicacia anatomica.

« Tuttavia, osserva il signor Gaudry, Cuvier avrebbe potuto non essere sempre così fortunato, e bisogna guardarsi dall'esagerare la legge di connessione degli organi. L'illustre fondatore della paleontologia, credendo all'immutabilità delle specie, supponeva che un cane è costantemente cane, allo stesso modo che una sariga è sempre sariga. Io non ritengo che la cosa sia stata forzatamente così: un animale può aver avuto un tempo i caratteri di un genere e quelli d'un altro genere, i caratteri d'un ordine e quelli d'un altro ordine. È perfino possibile che esso abbia costituito un essere intermedio fra le due principali divisioni della classe dei mammiferi. » Se ne ebbe la prova coi rettili uccelli e coi dinosauri. Questa legge di continuità, già stabilita in tutti i precedenti capitoli di quest'opera, s'afferma ora meglio che mai.

La popolazione eocenica offriva, come carattere essenziale, una note-

vole abbondanza ed una grande varietà dei diversi generi di pachidermi che mancano completamente fra i quadrupedi dei giorni nostri; quelli di quest'epoca si avvicinano più o meno ai tapiri, ai rinoceronti ed ai camelli. Questi generi, la cui scoperta è dovuta per intero a Cuvier, sono: i *paleoterî*, i *lofiodonti*, gli *anoploterî*, gli *antracoterî*, i *cheropotami*, gli *adapis*. Descriviamoli sommariamente:

Il paleotherium (1) assomigliava ai tapiri per la forma generale, per quella della testa, e in ispecial modo per la brevità delle ossa del naso, la quale dà indizio ch'essi avevano, come i tapiri, una piccola proboscide, infine per i sei denti incisivi e pei due canini ad ogni mascella; ma essi assomigliavano ai rinoceronti pei loro denti mascellari, dei quali i superiori erano quadrati, con creste salienti diversamente configurate, e gli inferiori

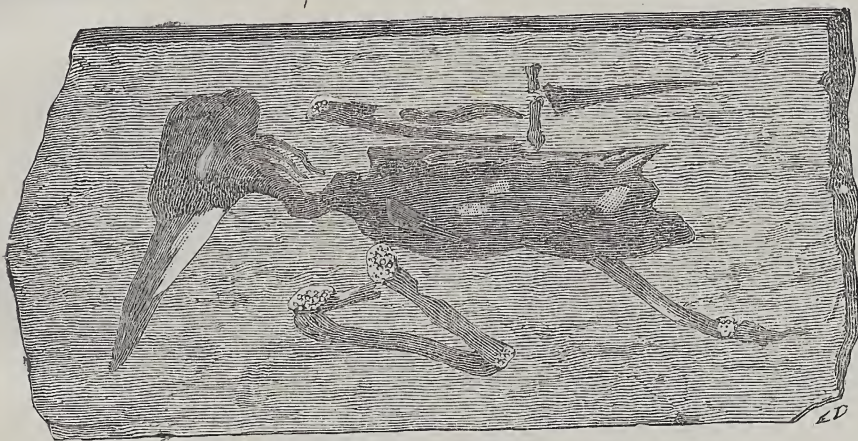



Fig. 360. — Resti fossili d'uccello trovati a Montmartre (metà grandezza del naturale).

in forma di mezzaluna, e pei loro piedi, divisi tutti e quattro in tre dita, mentre nei tapiri quelli della parte anteriore ne hanno quattro (2).

È uno dei generi più diffusi e più numerosi di specie nei terreni di quest'epoca.

« Le nostre cave di gesso dei dintorni di Parigi ne sono piene zeppe,

---

(1) Etimologia: παλαιονς, antico; θηριον, animale.

(2) Noi diamo più innanzi (fig. 365) lo scheletro del grande *paleotherium*, e nella fig. 361 l'animale restaurato. Si può vedere nella nuova Galleria di paleontologia del museo di Parigi un immenso blocco di pietra in cui lo scheletro quasi intiero di questa specie di rinoceronte fu conservato. Lo si è scoperto nella cava Michel a Vitry-sur-Seine, presso a Choisy-le-Roi. Per ottenerlo completo, fu necessità tagliare un blocco di pietra lungo m. 2,45, largo m. 1,80, e spesso m. 8,25, in fondo ad una galleria sotterranea di cui formava il tetto. Questo blocco è rizzato in modo che l'animale è press'a poco in piedi come nello stato di vita; ma quando lo scheletro fu trovato, esso era coricato orizzontalmente nella pietra.

Invece d'essere massiccio e tardo, come lo si supponeva, il paleoterio era un animale con un portamento abbastanza elegante, la cui parte anteriore dalle spalle alla testa era forse altrettanto lunga quanto quella del cavallo, e sembra con bastante esattezza modellata sullo stesso tipo di quella del lama.

scriveva Cuvier: vi si rinvengono ossa di sette specie. La prima (paleotherium magnum) della grandezza di un cavallo; tre altre della statura di un maiale, ma una con piedi stretti e lunghi; una con piedi ancora più larghi, e soprattutto più corti; la quinta specie, della grossezza d'un montone, è assai più bassa ed ha i piedi ancora più larghi e più corti; una sesta è della statura di un agnello, ed ha i piedi esigui le cui dita laterali sono più corti delle altre; infine una settima non è più grande di una lepre. »

Si rinvennero altresì paleoterî in altre regioni della Francia; a Puy-en-Velay, in letti di marna gessosa; nei dintorni di Orléans, in strati di pietra marnosa; presso ad Issel, in uno strato di ghiaia o di molassa, lungo i declivî della Montagna Nera. Ma è soprattutto nelle molasse del dipartimento della Dordogna che il paleoterio è stato trovato con non minor abbondanza di quello che nelle nostre cave di gesso di Parigi.

Il *lophiodon* si accosta ancora un po' più ai tapiri di quel che non lo facciano i paleoterî, pel fatto che i suoi denti mascellari inferiori hanno escrescenze trasversali come quelle dei tapiri. Essi ne differiscono tuttavia in alcuni particolari.

Cuvier ne ha scoperte fino a dodici specie, tutte di Francia, sepolte in pietre marnose formatesi nell'acqua dolce, e riempite di limnee e di planorbe, che sono conchiglie di stagni e paludi. La più grande si trova in vicinanza di Orléans, nella stessa cava dei paleoterî; essa s'accosta al rinoceronte. Ve n'è nello stesso luogo un'altra più piccola; una terza si trova a Montpellier: una quarta in vicinanza di Laon; due presso Rischwiller in Alsazia; cinque nei dintorni d'Argenton, nel Berry. Se ne sono trovate parimente presso Gannat.

Queste specie differiscono fra di loro per la statura, che nelle più piccole doveva eguagliare appena quella d'un agnelletto, e per alcune particolarità nei loro denti, che sarebbe troppo lungo qui esporre. Si raccolse un gran numero d'ossa fossili di lofiodonti negli strati superiori di calcare grossolano di Parigi.

Gli *anoplotherium*, rinvenuti soprattutto nelle cave di gesso dei dintorni di Parigi, presentano certi caratteri che non s'osservano in verun altro animale: e cioè piedi con due dita i cui metacarpi e metatarsi rimangono distinti e non si saldano in stinchi come quelli dei ruminanti, e denti in serie continua e non interrotti da lacune. L'uomo solo ha i denti contigui gli uni agli altri senza intervallo fra di loro.

Questo genere straordinario, che non può paragonarsi a verun altro della natura vivente, si suddivide in tre sottogenesi: gli *anoplotherium* propriamente detti, i cui molari anteriori sono ancora abbastanza spessi, e i posteriori della parte bassa hanno le loro mezzalune a cresta semplice; gli *xiphodons*, i cui molari anteriori sono esili e taglienti, e i cui posteriori del basso hanno rimpetto alla concavità di ognuna delle loro corone

ricurve, una punta che prende così coll'uso la forma di una mezzaluna; i *dichobunes*, i cui denti nella parte esterna sono appuntati, e che hanno sui loro retromolari inferiori delle punte disposte a paia.

L'anoplotherium più diffuso era un animale alto come un cignale, ma assai più allungato, e che portava una coda assai lunga e grossissima, in maniera che nel suo complesso aveva press'a poco le proporzioni della lontra, ma più in grande. È probabile che nuotasse bene e frequentasse

Fig. 361. — Il grande paleotherium, mammifero pachiderma del periodo eocenico. (1/20 di grandezza del naturale).

i laghi, nel fondo dei quali le sue ossa rimasero incrostate dal gesso che vi si depositava.

Lo xiphodon (fig. 362) era svelto e leggiero come la più agile gazzella.

Il dichobunus aveva la complessione della lepre. Oltre ai suoi caratteri sottogenerici, differisce dagli anoploterî e dagli xiphodon per due dita piccole ed esili ad ogni piede, contigue alle due grandi dita.

Il genere *anthracotherium* è press'a poco intermedio fra i paleoterî, gli anoploterî ed i maiali. Due di queste specie furono trovate nelle ligniti di Cadibona, presso Savona. La prima si avvicinava al rinoceronte per la statura; la seconda era assai più piccola. Se ne rinvengono altresì in Alsazia e nel Velay. I loro denti mascellari hanno relazioni con quelli degli anoploterî; ma presentano canini sporgenti.

Il genere *cheropotamus* viene dalle cave di gesso presso Parigi, ove accompagna i paleoterî e gli anoploterî, ma è assai più raro. I suoi molari posteriori sono quadrati in alto, rettangolari al basso, ed hanno quattro solide eminenze coniche circondate da protuberanze più piccole. I suoi canini sono piccoli. La grossezza era quella di un maiale di Siam.

Il genere *adapis* ha offerto una specie della grossezza di un coniglio, esso viene parimente dalle cave di gesso presso Parigi, e doveva essere affine agli anaploterî.

In tal modo, ecco quasi quaranta specie di pachidermi di generi completamente estinti, e con complessione e forme alle quali il regno animale attuale non offre di paragonabile che tre tapiri ed un irace (1).

Questo gran numero di pachidermi è tanto più notevole inquantochè i ruminanti, oggidì così numerosi nei generi dei cervi e delle gazzelle, e che pervengono ad una sì grande complessione in quelli dei buoi, delle giraffe e dei camelli, non si mostrano quasi affatto nei terreni di cui parliamo.

Ma i nostri pachidermi non erano perciò i soli abitanti dei paesi ove vivevano. Nelle nostre cave di gesso, almeno, noi troviamo con essi carnivori, rosicanti, molte sorta d'uccelli, coccodrilli e tartarughe, e questi due ultimi generi li accompagnano pure nelle molasse e nelle pietre marnose del centro e del mezzogiorno della Francia. Ricordiamo in ispecial modo un pipistrello scoperto a Montmartre, appartenente al genere vespertilio.

Montmartre ha pure dato le ossa d'una volpe, differente dalle nostre, e che differisce parimenti dagli sciacalli, dagli isatis (2) e dalle volpi d'America; quelle d'un carnivoro affine ai procioni (3) ed ai coati (4) ma più grande, e quelle d'una specie particolare di genetta (5) e di due o tre carnivori problematici.

I coccodrilli dell'età di cui discorriamo, si avvicinano ai nostri coccodrilli volgari per la forma della testa, mentre nei banchi dell'epoca del Giura non si vedono che specie prossime al gaviale. Le tartarughe di quest'età sono tutte d'acqua dolce; le une appartengono al sottogenere delle

---

(1) Cuvier. *Discorso sulle rivoluzioni del globo.* — Irace: *fr. daman.* Gli iraci sono, al dir di Cuvier, rinoceronti in miniatura. Hanno forme tozze; pelame fine e folto, e si nutrono d'erbaggi. Assomigliano alle marmotte, ma mancano di coda. Non si trovano che nell'Africa occidentale e meridionale.

(2) L'isatis o volpe turchina assomiglia alla volpe comune, e trovasi in Russia ed in Siberia. Si distingue dagli altri carnivori per la speciale sua particolarità di emigrare in massa quando manchi la selvaggina nella regione in cui trovasi.

(3) *fr. raton.* Mammferi plantigradi assomiglianti al tasso. Abitano l'America. Benchè onnivori, si nutrono principalmente di sostanze vegetali.

(4) Genere di viverridi appartenenti ai paesi d'America presso l'equatore. I coati sono fra i mammiferi plantigradi i meno carnivori che si conoscano.

(5) Frà le genette è nota la Genetta volgare, mammifero digitigrado di forme eleganti ed assai affine allo zibetto, che vive nei paesi meridionali d'Europa ed è comune nei dintorni di Perpignano. *Note del Trad.*

emidee; e ve ne sono, sia a Montmartre, sia soprattutto nella molassa di Dordogna, di più grandi di quelle che si conoscano viventi; le altre sono trionici, ossia tartarughe molli. Questo genere che si distingue facilmente dalla superficie rugosa delle ossa della sua scaglia o clipeo, e che non esiste oggidì che nei grandi fiumi dei paesi caldi quali il Nilo, il Gange, l'Orenoco, ecc., era assai abbondante nei terreni abitati dai paleoterî. Ve n'è un'infinità di resti a Montmartre, nelle molasse della Dordogna ed in altri depositi di ghiaia del mezzogiorno della Francia.

I laghi d'acqua dolce, intorno ai quali vivevano questi diversi animali, e che ricevevano le loro ossa, nutrivano, oltre alle tartarughe ed ai coccodrilli, alcuni pesci ed alcune conchiglie. Tutte quelle che si raccolsero sono parimente straniere al nostro clima ed anche sconosciute talora nelle

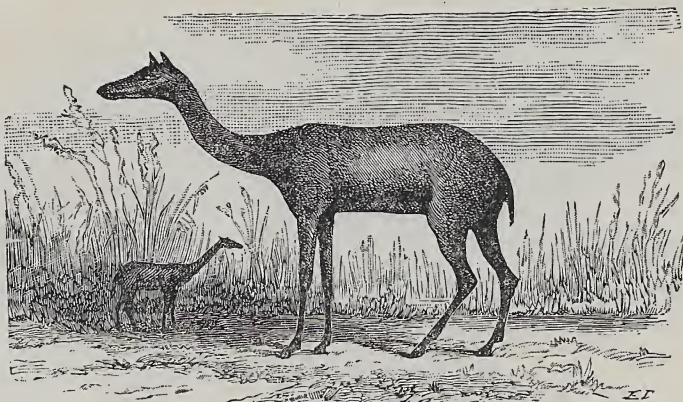



Fig. 362. — Xiphodon gracile (Terreno eocenico di Parigi).

acque attuali, quanto i paleoterî e gli altri quadrupedi loro contemporanei. I pesci appartengono, almeno in parte, a generi sconosciuti.

Non si può in tal modo dubitare che questa popolazione, che si potrebbe chiamare dell'èra media, questa prima grande produzione di mammiferi, non sia stata in parte distrutta; e in realtà ovunque se ne scoprono avanzi, vi sono sopra grandi depositi di formazione marina, in maniera che il mare ha invaso il paese che queste razze abitavano, e si è riposato su di esse durante un tempo abbastanza lungo.

Recentemente ancora, nel 1884, il dottor Lemoine ha scoperto nel terreno eocenico inferiore nei dintorni di Reims, un mammifero a cui ha dato il nome di « pleuraspidotherium ». Questo animale si avvicina ai marsupiali ed al paleoterio.

Così pure affatto di recente, nell'attivare la nuova strada ferrata da Saint-Cloud a Marly-le-Roi, si è messo in luce sopra una grande estensione il piano geologico delle sabbie di Fontainebleau, con marne con-

chiglifere. Nel mezzo di questa trincea, il signor Chouquet ha trovato, fra numerosi resti fossili, quattordici coste d'un peso e d'un volume veramente straordinarî. Queste coste sono lunghe 43 centimetri, e sono altrettanto compatte quanto larghe. Il signor Gaudry sospetta ch'esse abbiano dovuto appartenere al più grosso mammifero marino che sia stato ancora scoperto nei dintorni di Parigi. Questo animale antidiluviano doveva accostarsi al nostro lamantino attuale, grande cetaceo erbivoro, più conosciuto sotto il nome di vacca marina. Le natatoie si compongono di cinque dita che formano vere mani. Le femmine portano sul petto due grosse mammelle. L'enorme lamantino doveva avere una cassa toracica

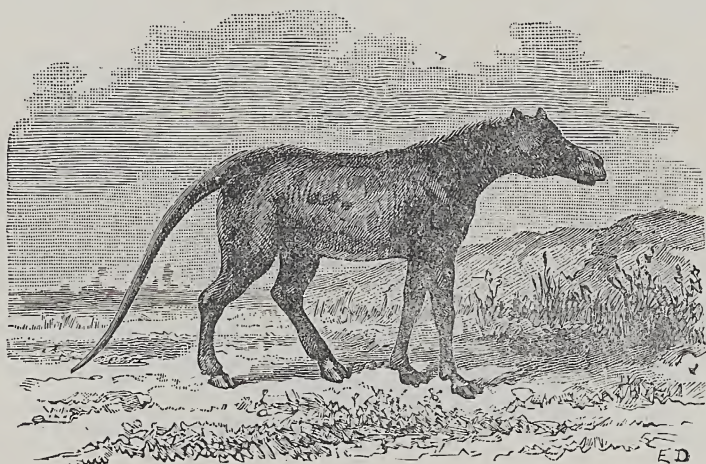



Fig. 363. — L'anoploterium, mammifero pachiderma del periodo eocenico (1/20 della grandezza naturale).

enorme. Non si conosce alcun animale che sia munito di costole così massiccie e grosse.

Ma è negli Stati Uniti che questi terreni hanno recentemente offerto alla paleontologia le loro più cospicue ricchezze. Dopo l'attivazione della strada ferrata che attraversa l'America, dall'Atlantico al Pacifico, vennero esplorati paesi fin allora chiusi alla civiltà ed alla scienza. Vi si è rinvenuta una moltitudine d'animali fossili di cui molti sono assai differenti da quelli d'Europa. La regione del Wyoming compresa fra le Montagne Rocciose all'est, e la catena di Wahsatch all'ovest, è una di quelle che riservava ai paleontologi le maggiori sorprese. All'epoca eocenica, il mare che l'aveva occupata durante l'epoca cretacea, fu sostituito da vasti laghi d'acqua dolce, sulla riva dei quali s'è svolta una ricca vegetazione e s'è sviluppata la famiglia dei giganteschi pachidermi ai quali si diede il nome di *Dinoceratidi*. Il signor Marsh ha pubblicato or non è molto

un'opera di gran mole su queste strane creature (1); noi l'abbiamo sott'occhi, ed è ancor più voluminosa e più ricca in documenti di quella di cui parlammo più sopra sugli uccelli con denti.

L'ispezione dei cranî dei dinoceratidi spiega il perchè si sia dato loro un tal nome (2). Non s'erano mai viste teste con tante corna; le ossa del naso portano sul davanti due piccole protuberanze ossee: le mascellari producono al disopra dei canini due solide protuberanze; un terzo paio di protuberanze ancor più grosse e più straordinarie è formato dalle ossa

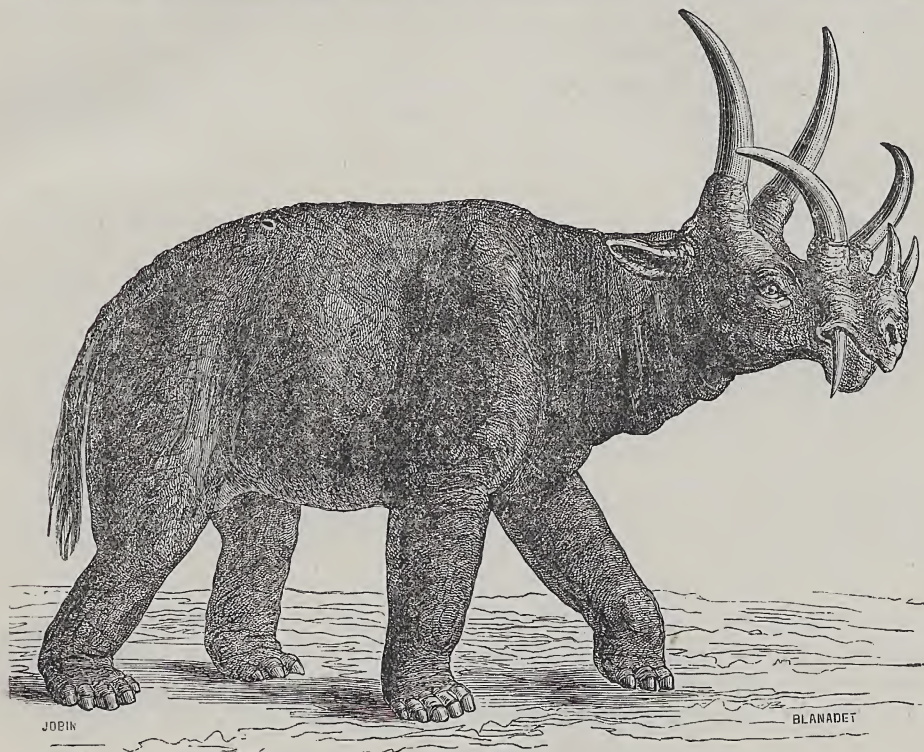



Fig. 364. — Il dinoceras. — Periodo eocenico dell'America del Nord.

parietali, le quali continuano un'enorme cresta lungo tutta l'altezza della parte posteriore della testa. Quale poteva essere l'aspetto di una simile testa allo stato vivente? Si è tentato di ricostruire questo bizzarro animale col disegno, nella figura 364.

Il cervello non produce minor meraviglia; esso lascia completamente allo scoperto i lobi olfattivi, e così pure il cervelletto, ed è più piccolo che in verun altro mammifero; ha l'aspetto del cervello di un rettile. La

(1) MARSH. *Dinocerata, a monograph of an extinct order of gigantic mammals.* Washington, 1884.

(2) Etimologia: δεινός, terribile; ρἕας, corno.

piccolezza del cervello è un carattere proprio a molti mammiferi del terziario inferiore: quest'organo ha preso maggior sviluppo nei generi del terziario medio e soprattutto in quelli dell'epoca attuale. Siccome vi è in generale una relazione tra lo sviluppo del cervello e quello dell'intelligenza, si può credere che gli antichi mammiferi ebbero minor intelligenza di quelli dei nostri giorni.

L'animale fossile che, per le sue membra e per la sua dentizione, si avvicina maggiormente ai dinoceratidi, è il coryphodon; ma questo animale è ancora ben lontano dai dinoceratidi. Non ostante la loro enorme statura e certe disposizioni delle loro membra, le grandi bestie cornute dei « Territorî dell'Ovest » non possono essere ravvicinate ai proboscidiani, poichè non avevano nè proboscide, nè incisivi superiori, e, benchè le loro zampe presentino qualche rassomiglianza con quelle degli elefanti, essi ne differiscono sotto molti rispetti. In realtà, i dinoceratidi sono esseri che, dopo aver contribuito a dare una fisionomia abbastanza singolare al mondo eocenico, disparvero senza lasciare posterità.

Si prova qualche meraviglia, vedendo apparire, fin dall'epoca del terziario inferiore, bestie così poderose, mentre le indagini che vennero fatte ultimamente in America, e così pure quelle ch'ebbero luogo in Europa, non avevano fino allora fornito che mammiferi secondarî assai èsili (1).

Dal 1870 al 1883 il signor Marsh è riuscito a raccogliere i resti di più di duecento individui di dinoceratidi, senza contare gli innumerevoli fossili appartenenti ad altri gruppi. Se ne conoscono già quasi trenta specie differenti. È sullo studio di questi magnifici materiali che si fonda la sua bella monografia.

Come abbiamo detto, il cervello è uno degli organi più curiosi dei dinoceratidi; esso è più piccolo che in verun altro mammifero conosciuto. Esso non è nemmeno più grosso di tutta quanta la colonna vertebrale riunita insieme. Del resto, l'evoluzione del cervello durante i tempi terziarî, ha obbedito, secondo il signor Marsh, alle leggi seguenti:

1.° Tutti i mammiferi terziarî avevano cervelli piccoli.

2.° Vi ebbe un accrescimento graduale del cervello durante i tempi terziarî.

3.° Questo accrescimento si rifletteva specialmente sugli emisferi.

4.° In alcuni gruppi, le circonvoluzioni cerebrali divengono più complesse.

Le vertebre cervicali dei dinoceratidi assomigliano a quelle dei proboscidiani, ma sono più lunghe. Il collo intiero era d'un terzo più grande di quello dell'elefante. Una proboscide era dunque inutile, dappoichè la testa poteva toccare il suolo. Le ossa delle membra erano in generale as-

---

(1) Alberto Gaudry. *Resoconti dell'Accademia delle Scienze*, 19 ottobre 1885.

sai solide, come del resto tutto lo scheletro, fatta eccezione di una parte del cranio. Le membra anteriori hanno una rassomiglianza generale con quelle dei proboscidiani. Le zampe davanti sono più voluminose di quelle posteriori.

Se si paragona il dinocerato con alcuni dei più grandi mammiferi ungulati dei giorni nostri, si osserva che esso presenta certe rassomiglianze col rinoceronte e certe altre coll'elefante. Quanto alle dimensioni, è intermedio fra i due. Per molti altri punti, esso ricorda altresì l'ippopotamo. La piccolezza notevole del cervello e la pesantezza delle membra, indica un animale che si muove lentamente, poco atto a sottrarsi alle variazioni di clima, e condannato conseguentemente a perire nella serie di quelli che contrassegnarono la fine del periodo eocenico.

I mammiferi dell'epoca terziaria ci offrono condizioni particolarmente favorevoli per lo studio delle questioni relative all'evoluzione. Questi esseri, la cui pelle è assai spesso delicata, nuda o coperta solamente di peli, non hanno avuto il loro completo sviluppo che coll'estinzione degli enormi rettili secondarî, ai quali una pelle coriacea e talvolta corazzata porgeva dei vantaggi nella lotta per la vita. Durante la maggior parte dei tempi terziarî, i mammiferi sono stati assai differenti dagli animali attuali; essi erano ancora in piena evoluzione.

Soffermiamoci un istante sui pachidermi che ebbero per tomba le cave di gesso dei dintorni di Parigi. Montmartre e Pantin furono il loro ultimo rifugio. Ogni blocco che esce da quelle cave contiene qualche frammento d'ossa di quei mammiferi, e quante migliaia e migliaia d'ossa furono distrutte prima che fosse stata richiamata l'attenzione su uno studio di tal fatta!

I pachidermi si dividono in due gruppi principali: quelli a dita impari, quali i rinoceronti e i tapiri; e quelli a dita pari, quali i maiali e gli ippopotami. Ai nostri giorni, qualunque esso sia fra questi due gruppi quello a cui appartengono, le specie di pachidermi sono per la maggior parte isolate le une dalle altre, e, sotto questo rapporto, esse formano un contrasto coll'ordine dei ruminanti, molti membri dei quali si rassomigliano al punto che è impossibile il tracciare i loro limiti generici. Certamente, i pachidermi moderni hanno dovuto contribuire a far respingere l'idea che le specie differenti sieno discendenti le une dalle altre; ma, come lo fece notare il signor Gaudry, allorchè penetriamo nei tempi geologici, noi vediamo le lacune colmarsi, « e le specie si appalesano così vicine le une alle altre che è difficile il sottrarsi al pensiero che queste rassomiglianze non comprovino una parentela comune ».

Come esempio di pachidermi attuali che parrebbero derivati da specie terziarie, si possono citare i rinoceronti. Quelli di questi animali che abitano l'Africa sono abbastanza differenti da quelli che vivono in Asia, e conseguentemente non vi ha luogo di supporre ch'essi discendano diret-

tamente gli uni dagli altri. All'opposto, è naturale il pensare che essi provengano dai loro predecessori terziarî, poichè si avvicinano loro in modo estremo; i rinoceronti attuali d'Asia ricordano i rinoceronti Schleiermacheri di Pikermi, d'Eppelsheim e di Sansan: il rinoceronte bicorne d'Africa ha una meravigliosa rassomiglianza col *rhinoceros pachygnatus* di Pikermi.

I rinoceronti non risalgono molto lontano nelle età terziarie; essi sono stati preceduti dagli acerotherium, dai paleotherium, dai paloplotherium. Il tronco e le membra di questi animali offrono notevoli rassomiglianze. È sull'esame del cranio e della dentizione che furono basate le loro distinzioni generiche; le loro differenze non sono così assolute da non poter concepirsi che sieno discesi da antenati comuni.

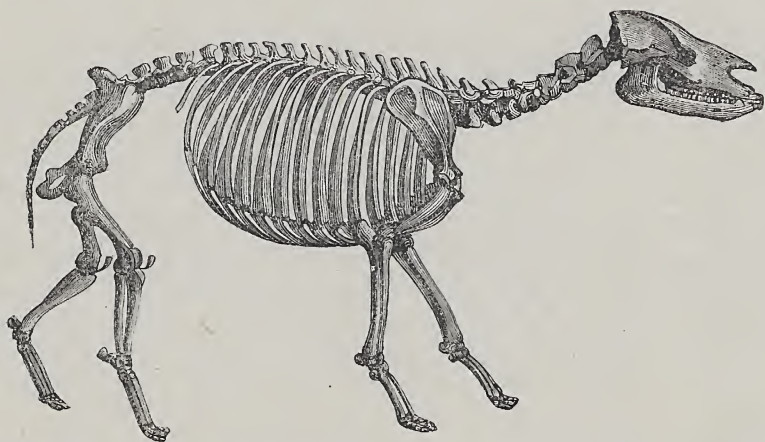



Fig. 365. — La trasformazione delle specie: scheletro di paleoterio.

Affinchè i nostri lettori possano giudicare essi stessi di questa parentela, noi riproduciamo nelle figg. 365 e 366, togliendoli dal signor Gaudry, gli scheletri fossili, il cui confronto stabilisce una somiglianza veramente rivelatrice della loro discendenza. Il primo è quello del *paleotherium magnum* dell'eocene superiore: il secondo è quello del *rhinoceros pachygnatus* del miocene superiore. Così si stabilisce, mediante una serie d'osservazioni differenti, la dottrina moderna della trasformazione della specie.

Bisogna pur confessare che la subitanea apparizione dei grandi mammiferi, paleoterî, anoploterî, nel terreno terziario, ai fianchi della collina di Montmartre, era fatta per procurare ai geologi la stessa meraviglia dell'apparizione delle piramidi d'Egitto, dei grandi tempî di Palmira, di Pesto e della Grecia nel deserto, ad un uomo senza coltura.

Il primo sentimento degli uomini che si trovarono innanzi a quei tempî le piramidi, i dolmen, si fu quello di ascriverne la costruzione ad esseri

imaginarî, genî, demoni, fate, che sostituissero la possanza dissipatasi delle antiche civiltà. Da ciò il gran numero di leggende, di superstizioni, di poesie popolari che sono legate ad ognuna delle rovine del deserto.

Invano le nuove scoperte hanno mostrato i diversi stadî per cui l'uomo è passato, e quanti abbozzi, quanti brancicamenti alla cieca, quante forme, quanti generi di vita abbiano servito da intermediarî fra l'età della pietra e l'età del ferro, e per quanti e quanti stadî anteriori sia stata preparata ognuna delle stazioni umane; quante popolazioni ariane abbiano preceduto da lungo tempo la formazione del sanscrito e dello zend; e come al di là di ogni antichità si riveli un'altra antichità più remota, al di là di una generazione un'altra generazione e così quanti secoli e secoli si accumulino e gravitino già su quelli che noi teniamo pei neonati della prima giornata del mondo umano. Invano questi gradini intermediarî sono posti sotto i nostri occhi; l'abitudine dello spirito ne ha il sopravvento.

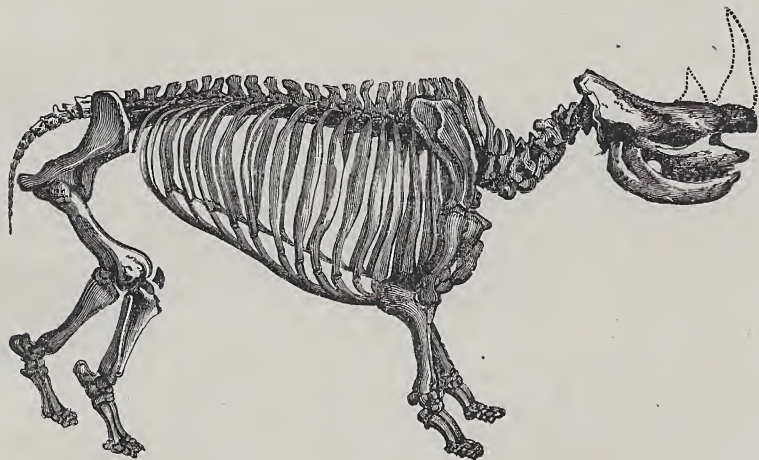



Fig. 366.. — La trasformazione delle specie: scheletro di rinoceronte.

Non facciamo le meraviglie se, alla prima rivelazione delle grandi ossa dei mammiferi sparsi nel periodo terziario, uno stupore simile ha invaso l'intelligenza. Qui lo spirito umano era messo veramente in lizza per sciogliere l'enigma. Ecco come i più saggi, i più dotti, i più metodici, si sarebbero accontentati di rispondere a tutta prima: « Ciò oltrepassa le facoltà umane. Non tentiamo l'impossibile. I grandi organismi, di cui abbiamo testè scoperto le rovine, sono stati fin dall'origine ciò che furono più tardi. Essi escono completi in tutto punto dalla mano del Creatore. Chiedere di più, è un oltrepassare i limiti della nostra comprensione. Badate alla vertigine, arrestatevi. Non cercate di veder Dio faccia a faccia! »

Ecco, in altri termini, ciò che rispondeva Cuvier che aveva aperti questi nuovi abissi all'intelligenza. Ma, come lo dice con ragione Edgardo

Quinet, era impossibile che la curiosità umana, attratta e tenuta indietro nel tempo stesso, si racchiudesse sempre in una così grande prudenza.

L'impossibilità dell'antica soluzione si faceva manifesta. In qual modo consentire a raffigurarsi la quercia come sorta d'un tratto, quasi per incanto alla sua altezza centenaria? In qual modo, in un batter d'occhi. avrebbe sprofondate le sue radici sotterra?

In qual modo il leone si sarebbe slanciato dal nulla, senz'essere stato lioncello?

E l'uomo, che era giuocoforza raffigurarsi adulto, verso l'età di trenta anni, senza madre, senza culla, senz'infanzia, già pieno di forze e perfino di esperienza! E questa occorre pel minimo movimento, per la più piccola azione, pel più semplice uso dei sensi! Che farebbe quest'uomo di trent'anni, improvvisamente comparso. che non saprebbe nè vedere, nè toccare, nè intendere? A che gli servirebbero le sue braccia vigorose, se non sapesse afferrare; i suoi occhi, se non sapesse guardare, giudicare la distanza; i suoi piedi, se non sapesse camminare? La stessa sua forza tornerebbe a suo danno.

La soluzione doveva venire, come vedemmo, da diversi punti ad un tempo. A tutta prima si scorgono qua e là concatenazioni che ponno servire di fili conduttori. Al fianco di queste differenze, gli esseri che si succedettero nelle diverse epoche, hanno spesso conservato tratti di rassomiglianza. Essendo gli ultimi venuti della creazione, noi non abbiamo assistito alla loro uscita. D'Archiac diceva: « Noi siamo come le effimere che muoiono alla sera del giorno che le ha viste nascere, nè abbiamo avuto il tempo di contemplare le metamorfosi del mondo organico. » Tuttavia, allorchè studiamo i resti sepolti negli strati terrestri le analogie che scopriamo fra gli animali dei tempi presenti ed i loro predecessori, ci inducono spesso ad ammettere la loro parentela.

Per esempio, dappoichè si rinvengono allo stato fossile iene, zibetti, gatti, elefanti, rinoceronti, tapiri, maiali, cervi, gazzelle, delfini, balenottere, ecc., che si distinguono appena dalle specie attuali, si è tratti a supporre ch'essi ne siano già antenati, attesochè le loro differenze non oltrepassano guari quelle delle razze venute da una stessa origine; nei tempi geologici, altrettanto bene quanto nei tempi attuali, le specie si sono frazionate in razze, ed è impossibile il dire ove incominci la specie, e dove finisca la razza.

Non sono solamente le specie di uno stesso genere che hanno accenni di parentela. « Allorchè osservo, scrive il signor Gaudry, che il cavallo è succeduto all'ipparione, l'elefante al mastodonte, il rinoceronte al paleoterio, il tapiro al lofiodonte. la lontra alla lutrictis, la iena all'ictitherium, il cane all'anficione, il semnopiteco al mesopiteco, ecc., sono d'avviso che questi generi abbiano avuto stretti legami, poichè il complesso delle loro rassomiglianze supera infinitamente quello delle loro differenze.

Se presto fede alla parentela degli animali di generi distinti, credo pure a quella degli animali d'ordini distinti; e in realtà io vedo ruminanti e solipedi sostituire i pachidermi, i quali si avvicinano talmente ad essi, che *nessuno è in grado di tracciare la linea di confine* degli ordini dei pachidermi, dei solipedi e dei ruminanti. Così mi sembra che i paleontologi siano autorizzati a dire ch'essi hanno scoperto numerosi vincoli di parentela fra gli animali attuali ed i mammiferi che li hanno preceduti nei tempi geologici.

« Di mano in mano che estesi le mie osservazioni, aggiunge l'eminente naturalista, io mi sono raffermato nella credenza che gli èsseri non sono apparsi isolatamente sulla Terra, senza vincoli gli uni cogli altri; ma pensai che, sotto l'apparente diversità della natura, domini un piano in cui l'Essere infinito ha posto il suggello della sua unità. Fin d'allora, l'idea di scoprire qualche cosa di questo piano, ha servito di guida alle mie ricerche paleontologiche. »

Questa legge della natura si afferma sempre più, a misura che ci inoltriamo nella storia della Terra. Di volta in volta che l'ambiente cangia, cangiano nel tempo stesso le specie viventi.

I nuovi venuti del periodo eocenico non strisciano più, ma camminano, corrono, saltano, e non si tengono più relegati nella melma di una palude. Essi sono signori della terra e sembrano conoscerla, poichè vanno errando lontano in mandre.

Gli uni si arrampicano sugli alberi e si portano all'estremità dei rami a rodere i frutti che la flora terziaria ha maturati per essi; altri si slanciano di rupe in rupe sulla cima delle montagne emerse di recente; quasi tutti hanno smesso la corazza scagliosa dei rettili. Sono i mammiferi dalla pelle dura, provvista di pelame. Nessuna barriera li arresta; quando un lembo di terra è spogliato, essi vanno più lunge. Sono l'anoploterio, lo xifodonte, il paleoterio.

Ve ne sono già che scavano la terra, che la frugano in ogni senso coi loro enormi grugni; altri sradicano gli arboscelli coi loro lunghi denti d'avorio. La maggior parte, come l'anoploterio, sono completamente disarmati. Privi di mezzi di difesa, essi apparvero sopra una terra, su cui l'antica popolazione arrampicantesi nulla poteva contro di essi. La loro forza, la loro potenza è nelle quattro gambe agili e snodate che in un attimo li portano all'estremo confine dell'orizzonte.

Ciò che noi chiamiamo centro di creazione, si può dire con Edgardo Quinet, è una costituzione nuova del globo che si riflette a lungo andare nei costumi, nelle abitudini, negli istinti e nella figura degli esseri; tutti sono più o meno trascinati verso il cangiamento di questa nuova distribuzione della terra e delle acque, dall'elevazione delle montagne e dall'arrivo del freddo sulle alte cime; ogni nuovo aspetto del mondo s'imprime nella forma d'ogni essere, e gli esseri cangiano tutti, qual più qual meno.

Noi stiamo per averne una prova.

La regione del Giura ed una parte notevole dei dintorni dell'altipiano centrale della Francia sono ricoperte, in un gran numero di punti, da una formazione specialissima, alla quale l'abbondanza del minerale di ferro in grani ha fatto dare il nome di terreno siderolitico. Questo terreno data dalla seconda metà del periodo eocenico (oligocene inferiore del signor A. di Lapparent). I depositi di fosforiti o fosfato di calce, così sparsi nel Quercy, costituiscono un complesso analogo, sotto molti rispetti, alla formazione siderolitica e parrebbe com'essa appartenere, almeno nella massima parte, all'oligocene inferiore. Questi depositi racchiudono un numero ragguardevole di fossili, soprattutto di mammiferi.

Ora, questi fosforiti del Quercy hanno fornito un genere interessante in particolar modo come anello intermedio fra i marsupiali ed i placentarî; è un carnivoro che il signor Filhol ha reso noto col nome di cynohyœnodon (1). Il signor Gaudry l'ha inscritto col nome di proviverra (2).

Il signor Daubrée, che è stato uno dei primi ad attirare l'attenzione dei nautralisti sulle fosforiti del Quercy, ha tratto da queste curiose formazioni un cranio assai importante che fu in modo speciale studiato dal signor Gervais. « La forma ricavata dalla cavità cranica, dice questo naturalista, dimostra che gli emisferi erano provvisti di circonvoluzioni multiple, disposte longitudinalmente, forse in numero di quattro, e di cui le due intermedie offrivano qualche primo accenno di sinuosità; quanto al cervelletto, era robusto e completamente scoperto. » Il nome di thylacomorphus, cui sotto questo cranio fu annotato, palesa che, secondo l'opinione del dotto professore del Museo, esso dava indizio di affinità coi marsupiali.

Si è trovato altresì nel terziario inferiore un carnivoro che appartiene ad un tipo diverso affatto da tutti i precedenti; i suoi denti non sono taglienti, ma indicano il regime onnivoro degli orsi; questo animale è l'arctocyon (3) dell'arenaria di La Fère; egli è il più antico di tutti i mammiferi conosciuti fino ad ora nei terreni terziarî. Paleontologi esperti l'hanno creduto affine ai procioni e lo annoverano tra i placentarî; ma il signor Gervais ha recentemente riconosciuto che esso si approssimava ai marsupiali per la forma del suo cervello e per la grandezza dei fori palatini.

Di fronte a queste osservazioni, si può chiedersi se i placentarî non siano i discendenti dei marsupiali. « Quest'interrogazione deve sembrare ben naturale agli embriogenisti, dice a questo proposito il signor Gaudry, inquantochè, per concepire il passaggio da un marsupiale al un placen-

---

(1) Animale che tiene ad un tempo dei cani o cinodonti e delle jenodonti; χυων, cane; υαινα, jena; οδων, dente.

(2) Etimologia: *Pro*, davanti; *viverra*, civetta.

(3) Etimologia: αρκτος, orso; χυων, cane.

tario, basta il supporre che l'allantoide siasi ingrandito. Quand' io rifletto che il pterodon, l'hyœnodon, la palæonictis, la proviverra, l'arctocyon hanno vissuto all'epoca in cui i marsupiali erano sul punto di sparire dai nostri paesi per far posto al regno dei placentarî, e quando considero d'altra parte che questi carnivori hanno ad un tempo i caratteri di marsupiali e di placentarî, mi sento indotto a credere ch'essi siano i discendenti dei marsupiali dei tempi secondari, nei quali abbiano potuto persistere taluni caratteri dei progenitori. »

Fig . 367. — Il galeopiteco, lemuriano del periodo eocenico.

Qualche reminiscenza dello stato marsupiale si rinviene altresì in animali che hanno le apparenze di veri placentarî; così l'anficione, che appartiene alla famiglia dei cani, ha lo stesso numero di retromolari superiori dei marsupiali, e il suo omero rassomiglia più a quello di siffatti animali che non a quello dei cani. Il cinodonte è affine ai cani ed ai zibetti.

Sembra dunque naturale il conchiudere che gli esseri attuali sono una derivazione degli esseri dei tempi trascorsi. La storia d'un'epoca ha in parte la sua ragion d'essere nella storia dell'epoca che l'ha preceduta.

Il periodo eocenico fu testimonio della nascita dei lémuri o prosci-

mie, di questi esseri che i nautralisti classificavano ancora testè fra le scimie, ma che non meritano questo titolo, e sembrano piuttosto intermediarî fra i chirotteri e le scimie. Si potrà rendersi conto delle differenze che separano i lémuri dalle scimie quando si osservi che ai primi appartengono i maki, i lori, i galagoni, i tarsi, i galeopiteci, mentre spettano alle seconde i sajù, i cinocefali, i macachi, i cercopiteci, i semnopiteci, i gibboni, gli orang-utan, i scimpanzè ed i gorilli. La distinzione è grande, come lo si vede, ed i quadrumani comprendono pertanto due gruppi ben separati: quello dei lémuri e quello delle scimie.

La prima menzione d'un lémure fossile è dovuta a Rütimeyer. Nel 1862, tra i fossili eocenici raccolti nel terreno siderolitico di Egerkingen, presso Soletta, il dotto professore di Basilea rinvenne un pezzo di mascella provveduto solamente di tre molari, nel quale egli seppe discoprire un lémure che designò col nome di cœnopithecus (1).

Nel 1873, Delfortrie ha fatto conoscere nelle fosforiti del Lot una testa quasi intiera di un lémure primitivo, a cui diede il nome di paleolémur.

Più di recente, il signor Filhol rinvenne in questi stessi terreni la testa di una seconda specie del medesimo genere, che si distingue per la sua dimensione maggiore, e soprattutto pel suo allungamento. Lo stesso naturalista rese noto un lémure ancor più piccolo ch'egli chiamò necrolémure.

« Esaminando le specie scoperte nelle fosforiti, scrive il signor Gaudry, io mi sono domandato se i lémuri non avrebbero avuto una comunanza d'origine con molti dei pachidermi eocenici. Una tale questione deve sembrare più naturale oggidì da che i signori Milne-Edwards e Grandidier, nella loro grande opera sui mammiferi del Madagascar, hanno provato quanta analogia hanno i lémuri cogli ungulati. Per dimostrare come molti degli antichi lémuri hanno avuto dei caratteri che stavano fra quelli dei lémuri attuali e quelli dei pachidermi eocenici, basta il ricordare le circostanze della loro scoperta. Allorchè il signor Delfortrie ebbe finito di studiare il cranio del piccolo lemuriano del Lot, egli si compiacque di mandarmelo per esame, e nello stesso tempo mi inviò molti campioni fossili che erano stati rinvenuti nelle fosforiti. Fra questi campioni vi era una mandibola che mi ricordò un esemplare della formazione gessosa di Parigi, la cui determinazione m'aveva in passato assai preoccupato. Io avevo infatti riconosciuto ch'essa rassomigliava ad una mandibola descritta dal signor Gervais sotto il nome di aphelotherium, ma riesciva assai difficile l'andar più lunge e il dire a qual gruppo l'aphelotherium doveva essere ascritto. La comparazione delle mandibole

---

(1) Etimologia: καινος, recente; πιθηκος, scimia.

di simil genere cogli esemplari rinvenuti dal signor Delfortrie e colle mascelle dei lémuri viventi, mi apprese che i campioni del dotto naturalista di Bordeaux e le mascelle d'apholotherium provenivano senza dubbio da una stessa specie di Lemuriani. Mi ricordai allora che vi era nell'eocene superiore un fossile, la cui determinazione non era meno imbarazzante di quella dell'aphelotherium, e cioè l'*adapis parisiensis;* e mi si affacciò al pensiero che l'adapis fosse parimente dello stesso genere del lemuriano delle fosforiti. Sono incoraggiato a credere che questa opinione sia conforme al vero, inquantochè essa è stata adottata dai signori Gervais e Filhol. Quando risulti fondata, essa fornisce la prova che in passato i lémuri furono meno discosti dai pachidermi di quanto lo siano al giorno d'oggi, dacchè Cuvier classificò l'adapis fra i pachidermi. Il signor Gervais ha provvisoriamente classificato anche l'aphelotherium accosto ai pachidermi; nè si concepirebbe che i naturalisti di prima vaglia abbiano fatto questi riavvicinamenti, quando i lémuri non avessero avuto anticamente tratti di rassomiglianza coi pachidermi. »

Così, non ostante la povertà delle scoperte, si afferra già il nesso di parentela che ebbe a far discendere i lemuriani dai pachidermi. Il signor Gaudry è altresì d'avviso, dopo l'esame delle mascelle rinvenute, che, a somiglianza dei lémuri, anche le scimie possano discendere dai pachidermi.

Come lo si vede, seguendo la progressione organica osservata fin dal principio del mondo terrestre, i lemuriani giunsero al loro apogeo durante il periodo eocenico, e noi vedremo le vere scimie fare la loro comparsa nel periodo seguente. La nostra figura 367 rappresenta uno di questi lémuri o proscimie, indubbiamente fra i più curiosi, il galeopiteco (1), ancor prossimo ai chirotteri. Il carattere fisiologico più notevole di questi esseri indecisi è la membrana in forma d'ala che funziona a guisa di paracadute, e permette loro, non di volare come i pipistrelli (altri *mammiferi* affini), ma di sostenersi nell'aria. V' è forse di che dolersi che l'umanità non discenda dai galeopiteci. Col progresso delle funzioni e degli organi, essa sarebbe senza dubbio riescita a volare.

La fine dei tempi eocenici, designati colla qualificazione di periodo oligocenico, ha visto ne' suoi primordi il principale sollevamento dei Pirenei, e, al suo declinare, quello delle Alpi principali. La configurazione geografica si modifica. Già abbiamo osservato che un'invasione marina, proveniente dal Nord, s'è fatta sentire in Francia fino nel Gâtinais, nella valle del Reno fino a Basilea, mentre, nelle regioni meridionali, il dominio marittimo sembrava piuttosto ritirarsi verso il Sud. Sotto l'influenza di

---

(1) Etimologia: γαλ gatto; πιθηϛ, scimia.

questo mare settentrionale, il clima europeo diviene più temperato e meno estremo.

Dopo questa prima fase, il mare si ritira verso il Nord, e tutta l'Europa, o quasi, diventa terra ferma. È un'epoca di grandi laghi, tanto nel territorio della Beauce e della Limagne, quanto a Manosque, in Provenza, presso Narbona, in Linguadoca, in Savoia, in Isvizzera, e infine in diversi punti della Germania, dell'Austria. dell'Italia e della Grecia. Nello stesso tempo la Germania del Nord vede predominare le lagune torbose, favorevoli alla produzione delle ligniti. L'estensione dei laghi e l'abbondanza dei depositi d'acqua dolce, e così pure l'opulenza delle forme vegetali, attestano l'umidità crescente del suolo, congiunta ad un calore eguale e moderato. Gli alberi soggetti alle stagioni prendono visibilmente il loro pieno sviluppo in questa seconda fase, senza tuttavia escludere le palme, che prosperano ancora al di là del 50° parallelo, ossia al nord di Parigi, nè gli alberi della canfora. il cui limite boreale oltrepassa il 55° grado. Il periodo ha fine con un movimento che provoca il disseccamento dei grandi laghi e dà origine ad un regime fluviatile, che si fa bentosto più evidente per l'invasione del mare della molassa.

È probabilmente all'eocene che conviene riferire i depositi di lignite con piante fossili, scoperti in Groenlandia al 70.^{mo} grado di latitudine nord, e così pure nel Canadà settentrionale, nell' Islanda e nello Spitzberg. Questi giacimenti contengono, secondo Heer, 9 grandi felci, 31 conifere, 11 monocotiledoni, e 93 dicotiledoni, noci, platani, faggi, aceri, pioppi, ecc.

Essendo il raffreddamento del globo incominciato dai poli, è abbastanza logico il considerare questa flora, non ostante le sue specie mioceniche, che d'altronde non formano più del quarto del complesso di tali specie, come anteriore alla flora miocenica europea, vale a dire all'emigrazione verso il Sud delle piante che dovevano caratterizzare quest'ultima. Il punto più settentrionale in cui questo complesso vegetale, di cui ci occupiamo, sia stato osservato, è la terra di Grinnel, situata verso l'82.^{mo} parallelo. In quel luogo, l'abete argenteo e il cipresso calvo crescevano a fianco del pioppo e della betulla, in vicinanza ai laghi coperti da ninfee, fra cui la nymphea arctica: il che equivale al dire che il clima dell'epoca, a pochi passi dal polo, era quello dei Vosgi attuali. Ma le magnolie vi facevano difetto, mentre esse esistevano allora in Groenlandia, al 70.^{mo} di latitudine. La media annua della Groenlandia settentrionale doveva essere di +12° centigradi, ossia quella della California, mentre all'80.^{mo} di latitudine regnava allo Spitzberg una media di +8° a +9°. Oltre a ciò, il signor de Saporta ha fatto osservare che la flora della Groenlandia offre un parallelismo notevole con quella dell'eocene inferiore parigino. Così egli è d'avviso che le diverse flore artiche abbiano preceduto le nostre e siano emigrate in Europa ed in America, mentre

le palme, che si sono mostrate per la prima volta in Europa all'epoca cretacea, non sono mai penetrate nell'interno del circolo polare (1).

Gravé par E. Morieu, rue Vavin, 45, Paris.

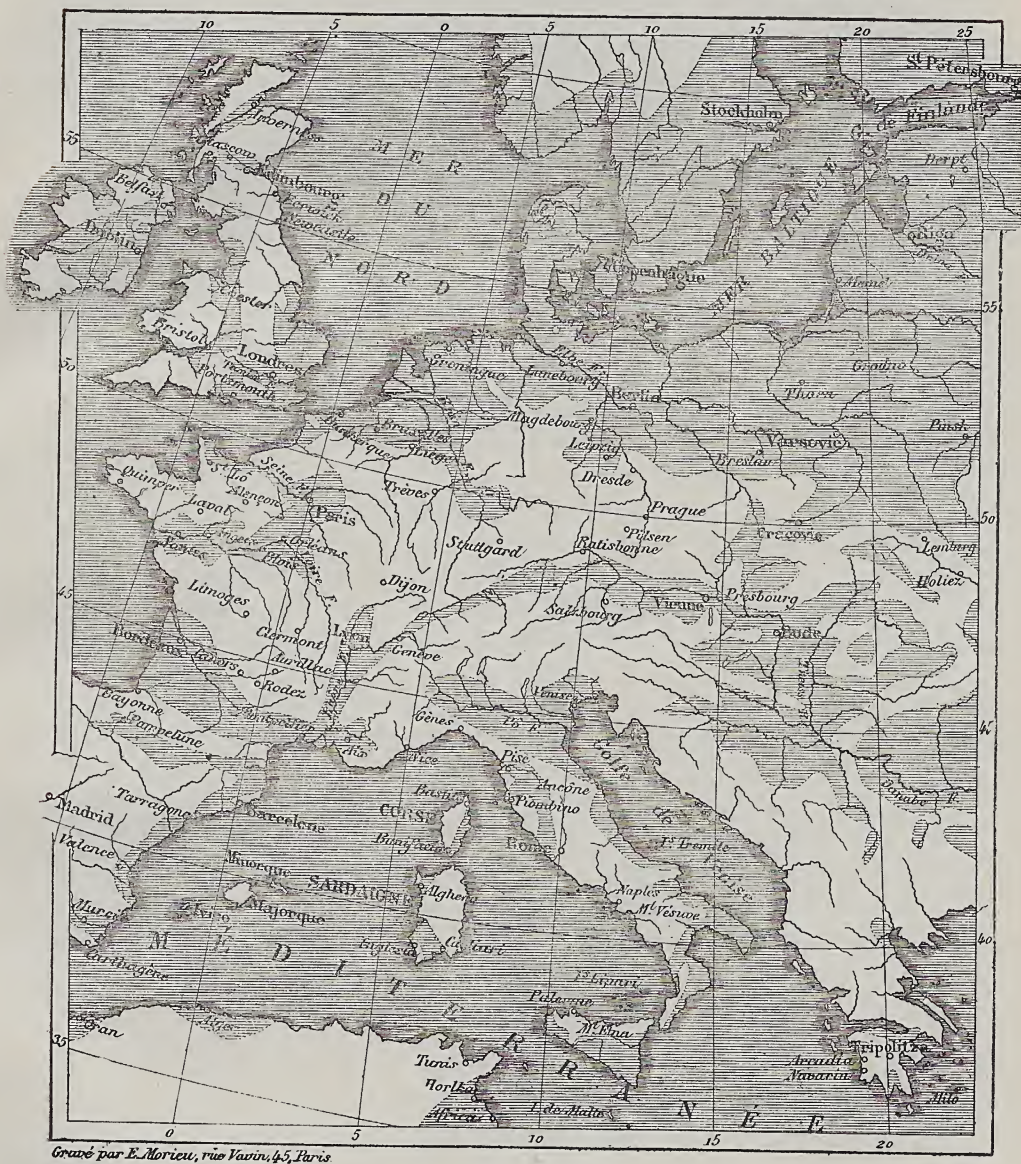



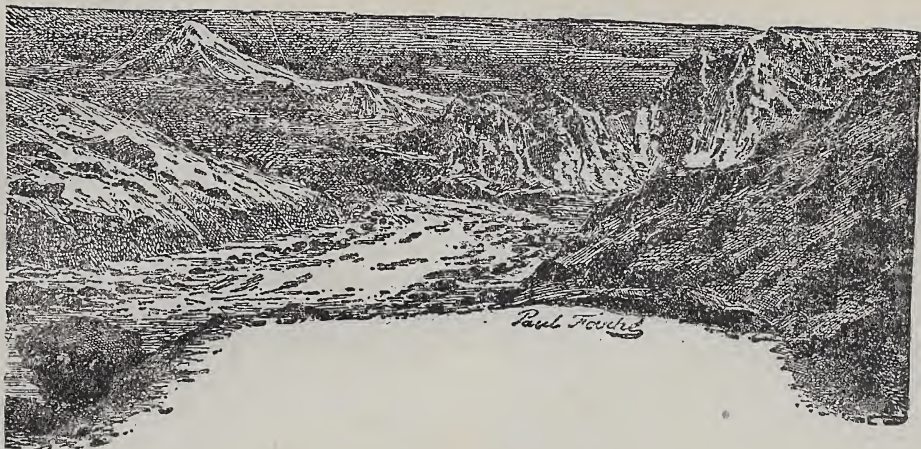
Fig. 368. — Carta dimostrante l'estensione della superficie che è stata coperta dal mare dopo il principio del periodo eocenico.

Benchè noi siamo entrati nell'èra moderna della storia della Terra, e che l'epoca terziaria sia recente relativamente all'antichità secondaria,

(1) A. De Laparpetn. *Trattato di Geologia.*

tuttavia i cangiamenti geografici verificatisi dopo quest'epoca sono ben lungi dall'essere insignificanti. Il geologo Carlo Lyell ha costrutto una carta interessante, di cui diamo nella fig. 368 un riassunto, destinata a rappresentare l'estensione della superficie che in Europa fu ricoperta dal mare fin dal principio del periodo eocenico. In questa carta, la sommersione delle parti ombreggiate è manifesta in vista dei depositi che vi si rinvengono. Questo spazio ombreggiato, a vero dire, non ha mai potuto essere completamente sommerso *nello stesso tempo;* ma le sue diverse parti lo furono successivamente, o sono passate *molte volte* e alternativamente dallo stato di terra secca a quello del mare, secondo le oscillazioni del suolo. I posti lasciati in bianco rappresentano le superficie attualmente secche e che lo sono sempre state (salvo l'occupazione loro per mezzo di laghi d'acqua dolce) dopo la prima parte del periodo eocenico.

Si vede da questa carta, come, dopo quell'epoca, il mare è ritornato a Parigi, a Londra, a Bruxelles, a Berlino, a Vienna, ecc. Si vede pure un braccio di mare andare da Bordeaux a Lione, a Ginevra, e fino in Austria. Noi vedemmo più sopra, nel capitolo delle trasformazioni attuali del suolo, che queste oscillazioni della superficie terrestre continuano nei giorni nostri e che il mare guadagna campo di nuovo all'ovest e al nord della Francia, in Belgio, in Olanda, al sud della Svezia, ecc., mentre si ritira al nord della penisola scandinava, alle foci del Po, del Nilo, del Rodano, ecc. Così il nostro pianeta si trasforma di età in età, esso pure, come tutti gli esseri che lo abitano.

Per rendere completa la fisionomia generale del periodo, aggiungiamo, come già l'abbiamo osservato, ch'è verso gli ultimi tempi dell'eocene che i Pirenei hanno acquistato il loro principale rilievo nel sollevamento che ha portato le assise nummulitiche a 3352 metri d'altezza. Gli Apennini sono della stessa epoca, vale a dire della fine dell'eocene dei tempi oligocenici. Le Alpi, all'opposto, non hanno raggiunto la loro maggiore altezza che durante il periodo miocenico, il cui studio formerà l'oggetto del capitolo seguente.

CAPITOLO II.

IL PERIODO MIOCENICO.

Il periodo miocenico, l'èra media dell'età terziaria, succede ai tempi di cui noi stiamo per delineare l'istoria, continuando a fra progredire il mondo organico e il mondo inorganico verso lo stato in cui noi lo vediamo oggidì. È durante questo nuovo periodo che la geografia ha preso a poco a poco la sua forma attuale, che le Alpi, inalzandosi fino all'altezza delle nevi eterne, come lo avevano fatto i Pirenei nel periodo precedente, danno all'Europa occidentale il suo rilievo definitivo e che nel centro stesso della Francia le eruzioni di basalto, sgorgando dall'antico altipiano granitico centrale, preparano i vulcani dell'Alvernia che vomiteranno le loro fiamme in mezzo alle nostre regioni. — Questo periodo produce pure i mammiferi superiori, le scimie. Immenso progresso!

Nel Cantal, le eruzioni vulcaniche elevano al di sopra dell'ammasso granitico primitivo, già portato a ottocento e novecento metri d'altezza, montagne che ancora ai nostri giorni, non ostante le erosioni potenti di cui il tempo le ha fatte segno col denudarle, raggiungono i milleottocento e i millenovecento metri. I dinoterî e gli ipparioni furono testimonî di quelle eruzioni (figura a pag. 593) e lasciarono le loro spoglie nelle ghiaie che ricoprono questi basalti eruttivi. Il deflusso del basalto miocenico ebbe luogo dopo un periodo di riposo, durante il quale il rilievo di quella regione s'è modificato per erosione degli espandimenti vischiosi a foggia di cupola, che si escavano oggidì come pietra da costruzione. Più tardi si aprì un cratere fra i laghi di Murat e di Aurillac. Si formò un'enorme breccia, alla quale susseguirono spesse colate di basalti porfirici che bruciarono le foreste sviluppatesi sui fianchi della montagna. Poi

s'aprì un cratere e lanciò fino a venti ed a trenta chilometri di distanza una pioggia di ceneri che, seppellendo la vegetazione dei luoghi circostanti, diede origine alle ceneriti del Cantal. Questi movimenti vulcanici durarono fino al periodo pliocenico, durante il quale si apersero alla lor volta i vulcani del Mont-Dore e dei Puys.

Per la prima volta la terra sembra veramente uscita dalle acque. Non sono più quelle rughe che solcavano qua e là le estensioni marittime; ma oramai vere masse emerse che offrono una larga base allo sviluppo della vita terrestre. Le Alpi non appaiono ancora, a vero dire, che quali colline. Tuttavia undici pilastri sono usciti dalle acque, primo basamento, o piuttosto colonna vertebrale dell'Europa centrale, poichè queste isole alpine s'uniscono fra di loro e segnano il contorno delle terre inferiori.

Fra il Giura, già arrivato a metà della sua altezza, e le Alpi sorgenti, il mare persiste in uno stretto golfo, e batte coi suoi flutti la loro duplice spiaggia; esso accumula ai loro piedi nuove conchiglie e nuovi secoli, ma non potrà cancellare le due linee così arditamente tracciate delle Alpi e del Giura.

Incerto a lungo del suo dominio, il Mediterraneo si avanza e si ritira attraverso la valle del Rodano, la Svizzera, la Baviera fino al mare Pannonico. Il mare delle Indie comunica col Mediterraneo al di sopra dell'Egitto d'Iside ancora sommerso. Ma, checchè facciano, vi sono vasti spazi che questi mari non possono rioccupare ed è necessità che essi si abituino al loro letto attuale.

S'indovina la Grecia, che non è separata dall'Asia Minore. Ed ecco un lungo segmento tutto a insenature, mutilato, la spina dorsale dell'Italia, in cui manca ancora il posto ove sorgeranno Roma e Firenze. L'Africa si unisce all'Europa col mezzo dell'istmo emerso da Tunisi a Genova e di quello di Gibilterra. Al nord, la terraferma si estende dagli Urali all'Inghilterra, e si prolunga mediante continenti e arcipelaghi (Atlantide?) fino alle rive delle due Americhe.

Il periodo miocenico ha visto compiersi nella geografia d'Europa importanti cangiamenti. Fin dal principio, i grandi laghi che esistevano alla fine del periodo eocenico perdono le loro acque, senza dubbio in conseguenza d'un movimento del suolo in relazione coi primi accenni del sollevamento alpino. Le valli fluviali si disegnano e, sul suolo francese, sabbie di trasporto si sostituiscono ai depositi lacustri della Beauce. Bentosto il rilievo si fa ancor più manifesto ed il mare della molassa, o mare elvetico, invade una gran parte dell'Europa occidentale. Questo mare penetra in Francia, attraverso la valle della Loira, fino alle porte di Blois, ed uno dei suoi bracci va a raggiungere la Manica attraverso l'Ille-et-Vilaine, isolando l'Armorica divenuta isola. Il mare si espande nella valle del Rodano, copre una parte della Svizzera e dell'Austria,

Fig, 369, — I vulcani francesi durante il periodo miocenico,

costeggiando ciò che forma oggidì il piede delle Alpi, e si riversa sull'Asia Minore orientale fino all'Eufrate e al lago Urmiah. Mercè questo mare, l' Europa è frastagliata in una specie di arcipelago indiano ove le condizioni divengono eminentemente proprie al potente sviluppo del mondo vegetale. Così quest'ultimo, nel suo complesso, non s'è mai mostrato più opulento. L'inverno è ancora mite in modo particolare, nè mai sospende completamente l'attività della vegetazione, e, quando termina il periodo, l'albero della canfora conserva ancora il privilegio di fiorire, fin dal mese di marzo, sulle rive del lago di Costanza, come lo fa ai giorni nostri a Madera. Per rinvenire le associazioni vegetali del periodo miocenico, bisognerebbe discendere oggidì di 25 o 30 gradi verso il sud. Se vi era già una differenza palese tra la vegetazione delle terre vicine al polo e quella delle nostre regioni, i ghiacci non facevano almeno sentire la loro influenza, e l'Islanda era coperta di ricche foreste. Nel tempo stesso, le manifestazioni vulcaniche si moltiplicavano, e l'Alvernia, la valle del Reno, l'Ungheria, il versante occidentale delle Montagne Rocciose, e molti altri paesi ancora, divenivano il teatro di prodigiosi espandimenti di roccie eruttive. — I vulcani d'Italia, il Vesuvio, i campi Flegrei, l'Etna in Sicilia, sono dell'epoca quaternaria. — Infine la scorza terrestre era dovunque in movimento e gli sforzi per conquistare una posizione d'equilibrio finirono per erigere in mezzo all'aria le alte catene delle Alpi, delle Cordigliere e dell' Imalaja (1).

Abbiamo visto più sopra che durante l'epoca eocenica, l' Europa offriva già un continente d'una vasta estensione e percorso da numerosi bracci di mare. Una distribuzione press'a poco consimile regnava parimente durante il periodo molassico. Un'isola immensa che comprendeva tutto il territorio alpino attuale s'era fatta ancor maggiore. All'ovest, quest'isola si estendeva fino al sud della Francia, ed era in diretta connessione per mezzo del Piemonte colla penisola italiana. All'est essa comprendeva tutto il paese che s'estende fino al 35° di longitudine, e si prolungava verso il sud per mezzo della Dalmazia fino in Grecia. Al nord essa era delimitata dal mare, che formava colà una grande baia, copriva le pianure dell'Ungheria, ed attraversava tutta l' Europa centrale mediante un braccio relativamente stretto. All'est, noi vediamo il mare ungherese in comunicazione col Grande Oceano: esso si estendeva sopra la Russia meridionale; il mar Nero, il mar Caspio ed il mare d'Aral non sono che deboli residui. Quest' oceano copriva probabilmente l' est dei monti Urali e si spandeva nelle vaste pianure della Siberia, separando l'Europa dall'Asia mediante la sua riunione col mare polare.

D'altra parte, il mare miocenico si estendeva sull'Armenia e sull'Asia Minore orientale, e si trovava collegato col Mediterraneo, come lo pro-

---

(1) A. De Lapparent. *Trattato di Geologia.*

vano i numerosi fossili comuni a tutti questi paesi. In compenso lo stretto dei Dardanelli era chiuso, ed il mare Egeo non esisteva. La Grecia formava un continente che si prolungava fino nell'Asia Minore; le isole dell'arcipelago Egeo sono le montagne di una regione che s'è affondata più tardi. Se noi volgiamo i nostri sguardi dal lato del sud, vedremo che il Mediterraneo si riuniva all'oceano Indiano ricoprendo l' Egitto; esso si estendeva sulla Mesopotamia ove era probabilmente in comunicazione coll'oceano uralo-pontico. Il mare della molassa non copriva nemmeno la linea delle Alpi, come il mare nummulitico, ma volgeva i suoi flutti d'ogni intorno a questo rilievo che andava sempre più facendosi maggiore.

La flora e la fauna del Marocco e dell'Algeria, avendo nelle loro linee fondamentali e per una certa comunanza delle specie una grande analogia con quelle delle coste europee, si è pensato da lungo tempo che questi paesi fossero in passato congiunti gli uni agli altri mediante istmi, quali sono quelli che esistevano a Gibilterra e assai probabilmente fra la Corsica e la Sardegna: e in realtà questi paesi toccavano da una parte alle coste mediterranee e dall'altra all'Africa.

Quest'ipotesi sarebbe confermata dagli avanzi d'ossa che si scopersero recentemente in Sicilia, e che ci apprendono che l'elefante africano, l'ippopotamo e la jena macchiettata vivevano in Sicilia, e che conseguentemente questo paese era stato senza dubbio in comunicazione coll'Africa prima della formazione attuale.

Il posto che occupa attualmente il mar Baltico, doveva verisimilmente essere a secco e in comunicazione colla Scandinavia primitiva; questo mare è la patria del succino, o ambra gialla, che non è altra cosa fuorchè il prodotto delle conifere dell'epoca terziaria.

La Danimarca, l'Olanda e il nord del Belgio erano sommersi e il mare si inoltrava fino a Colonia; d'altra parte, la formazione geologica delle coste di Bretagna e d'Inghilterra, e la natura del suolo inglese ci autorizzano a credere che questi due paesi comunicassero direttamente fra di loro. È pure verosimile che le isole Britanniche non rappresentino, come già l'abbiamo osservato, che un'esigua parte di un grande continente, il quale, attraversando l'oceano Atlantico, avrebbe raggiunto l'America.

È il sollevamento dell'ossatura delle Alpi, operatosi dopo il mare della molassa, che ha dato all'Europa il suo rilievo, e da qui la sua configurazione geografica. Alcune centinaia di metri di differenza (spesso alcune diecine) bastano per mettere il mare al posto della terra e reciprocamente. I terreni che noi vedemmo formarsi gradatamente sulle nostre carte geologiche hanno subìto molte volte, dopo la loro formazione, movimenti di abbassamento e di sollevamento che, di volta in volta, li hanno sommersi e fatti emergere. Questa condizione di cose, che noi descrivemmo per la

metà del periodo miocenico, ci dà una carta (fig. 370) assai differente certo dalla carta attuale, e tuttavia questa configurazione geografica ha preceduto immediatamente la nostra innanzi che avesse luogo il sollevamento delle Alpi. A misura ch'esse si sono elevate, hanno progressivamente respinto il mare nei suoi limiti attuali. All'ovest, il continente atlantico che, secondo ogni probabilità, occupava una parte dell'oceano Atlantico, è disceso sotto i flutti, e l'Oceano è venuto a raggiungere il mare del Nord, aprendo lo stretto della Manica.

Come vedemmo (pag. 557), il sistema miocenico può essere suddiviso in tre piani: l'inferiore, o langhiano, corrisponde al periodo d'emersione

Fig. 370. — L'Europa centrale all'epoca del mare della molassa (miocene medio).

con regime fluviatile, che ha preceduto l'invasione del mare della molassa. Il piano medio, o elvetico, comprende gli strati marini faluniani della Turenna e della molassa svizzera. Infine nel piano superiore o tortoniano vengono a schierarsi gli strati contemporanei delle argille di Tortona in Italia, e specialmente la maggior parte dei depositi del bacino di Vienna e della Gallizia.

Sui primordi del miocene, un vasto mare è giunto su Parigi dal nord-est ed è venuto ad occupare il bacino di Parigi, ove i suoi depositi sabbiosi hanno dato luogo alle *sabbie di Fontainebleau;* questo mare, ricingendo la Normandia, lambe appena l'Inghilterra al sud; al nord-est esso

copre una buona parte del Belgio, e poscia si ritira ben presto alla sua

Fig. 371. — Paesaggio del periodo miocenico a Losanna, secondo Osvaldo Heer.

volta, e sul luogo da lui occupato si stabilisce un gran lago, assai esteso nel sud, ove si deposita il calcare di Beauce.

Le sabbie di Fontainebleau sono oltremodo curiose a visitarsi sulla sommità di quelle colline. Si crederebbe che il mare siasi ritirato da ieri. Il loro piano è posto tra due formazioni d'acqua dolce: il calcare di Brie, al di sotto, il calcare di Beauce al di sopra.

Più tardi, durante il miocene medio, le acque dolci hanno depositato le sabbie dell'Orleanese, in mezzo alle quali furono conservati, sotto le attuali foreste d'Orléans, i dinoterî e i mastodonti. Più tardi ancora, il mare ha fatto ritorno all'ovest di Parigi, e ha dato origine ai sedimenti faluniani della Turenna, dell'Anjou, del Maine, della Bretagna, del territorio di Cotentin e del Bordelese. Questi depositi faluniani marini sono composti di conchiglie frantumate, di polipi, di briozoarî mescolati ad una certa quantità di sabbia silicea più o meno grossolana. A quest'epoca il mare ha parimente lasciato gli stessi depositi nel golfo dell'Aquitania, nel Bordelese e nella valle del Rodano. In Provenza e nel Delfinato esso ha deposto dei calcari.

È a questa medesima epoca che il mare ha invaso quasi tutta quanta la Svizzera, al di sopra delle Alpi non ancora emerse (piccole isole). Fu dato a questi terreni il nome di « molassa », e sono principalmente arenarie, che si sono formate in fondo al mare elvetico (miocene medio). Si può quasi dire che il termine « miocene medio » ha lo stesso significato di quello di « molassa ».

I depositi di quest'epoca sono assai ragguardevoli e si elevano attualmente sui fianchi delle Alpi in montagne abbastanza alte, fra cui la Speer (2000 metri) ed il Righi (1800) al di sopra del mare. Verso il nord il terreno molassico è meno elevato, e si può concluderne che l'acqua trovò il suo sfogo in quella direzione formando fiumi e ruscelli che si sono fatti strada attraverso larghe e profonde valli. Le roccie che si depositarono durante quest'epoca sono arenarie, marne, nagelfluh e calcare. (Il nagelfluh consiste in ciottoli rotolati di tutte le grossezze, cementati o riuniti gli uni agli altri per mezzo di una marna arenacea o di un'arenaria.)

Mentre il calcare ha una parte importante nei depositi giurassici e cretacei, esso non occupa che un posto mediocre nei sedimenti molassici. Le condizioni che presiedettero alla formazione di potenti masse calcaree fanno difetto in questo nuovo periodo; noi non troviamo più quelle miriadi di piccoli operaî marini che lavoravano senza posa alla costruzione della scorza terrestre. — Si incontrano frequentemente, nei depositi giurassici, depositi di lignite.

Il regresso del mare della molassa fu contrassegnato, al sud-est della Francia, dal maggiore avvenimento geologico di cui questa regione sia mai stata teatro; la costituzione definitiva del potente ammasso montagnoso delle Alpi, data, in realtà, da quest'epoca. Queste alte montagne hanno acquistato il loro principale rilievo in seguito a movimenti posteriori al deposito della molassa, che si trova violentemente ripiegata sui

suoi orli. Durante il miocene superiore, l'Europa settentrionale si inalza gradatamente.

Studiando una località speciale, particolarmente ricca di fossili vegetali ed animali caratteristici di questo periodo, la località d'Œningen, posta in Svizzera presso il lago di Costanza, Osvaldo Heer ha, già da molti anni, meravigliosamente ricostituita tutta la vita di quei secoli antichi.

Il dotto naturalista svizzero ha risuscitata la flora terziaria dei nostri paesi nelle sue specie vegetali essenziali. Egli ha trovato in ispecial modo alcune sequoje, cipressi, graminacee (e fra le altre riso e miglio), canne, la maggior parte delle nostre erbe e dei nostri arbusti attuali, otto specie differenti di pioppi, quercie, olmi, diciassette specie di fichi, venticinque di lauri, alberi della canfora, banskie coi frutti in forma di mandorle, alberi di frassino, liane, ranuncoli, clematidi, la *vigna*, magnolie, mirti, tigli, acacie, mimose, aceri, agrifogli, noci, ciliegi, alberi da prugne ed albicocchi. Ma non si sono ancora trovati nè pomi, nè peri.

Come piante caratteristiche di quest'epoca, abbiamo riprodotto nella figura 371, togliendolo dall'opera del laborioso naturalista svizzero, il paesaggio notevole che rappresenta l'aspetto dei dintorni di Losanna all'epoca miocenica. Vi si vedono, riunite insieme, palme, acacie, quercie, carpini, noci, pini, agrifogli. Rinoceronti, tapiri, coccodrilli sono attratti dalla freschezza dell'acqua. Il clima delle valli della Svizzera e della Francia centrale doveva essere allora quello della Lunigiana o del nord dell'Africa (da 20 a 21°), come media durante il miocene inferiore, e quello di Madera, Malaga e Sicilia (da 18 a 19°) durante il miocene superiore. Il trovarsi le piante tropicali mescolate colle temperate, accenna a inverni miti e a stagioni d'estate non troppo calde: climi marini. I vegetali rinvenuti dimostrano che nello stesso tempo la temperatura si abbassa nel nord. Allo Spitzberg essa è già discesa a + 8°, ed è la stessa cosa della Groenlandia ove si rinvennero magnolie, sequoje, pioppi, castagni, quercie e perfino la vite. Oggidì la temperatura media di quelle regioni è da 7° ad 8° *al di sotto di zero*. Gli alberi delle zone temperate, abeti, quercie, pioppi, ecc., discendono a quest'epoca dal nord nelle nostre plaghe, incominciando ad occupare le montagne di cui la temperatura è più fresca. Le palme non si incontrano più che nelle pianure e nelle valli. Climi e stagioni si stabiliscono. Gli insetti rinvenuti offrono un'egual testimonianza.

Nelle epoche primitive, come ai nostri giorni, gli insetti hanno fornito il contingente principale del regno animale. Non ostante la loro piccolezza e la fragilità del loro organismo, è pervenuto fino a noi un sì gran numero di specie, che non può esservi alcun dubbio a questo riguardo. Osvaldo Heer ha riunito 876 specie fossili di questo periodo. Questi insetti si dividono così: 543 coleotteri, 20 ortotteri, 29 neurotteri, 81 imenotteri,

3 lepidotteri, 64 ditteri e 136 emitteri. I più numerosi sono dunque i coleotteri; vengono in seguito gli emitteri, i neurotteri e i ditteri. I lepidotteri sono gli insetti che hanno minori rappresentanti.

Fra gli imenotteri sono le formiche, e fra i ditteri le zanzare, che sono i più comuni, come ai giorni nostri.

Si troverà nella figura 372, secondo Osvaldo Heer, un'interessante collezione di questi insetti del periodo miocenico. Si osservano innanzi tutto taluni coleotteri, fra i quali molti tipi di coccinelle o «gallinelle della Madonna» (1), e un gran numero d'insetti che s'incontrano ai giorni nostri nei campi e nelle praterie. Si vedono più in basso diversi esemplari d'imenotteri caduti nell'acqua del lago d'Œningen al momento stesso dei loro sollazzi e fossilizzati in fondo al lago per le collezioni dei geologi venturi: vi si riconoscono api, pecchioni, vespe, formiche. Le farfalle sono più rare; se ne incontrano tuttavia in questi terreni. Sono gli ultimi venuti degli insetti — i più perfetti — e i più felici senza dubbio.

Gli insetti compendiano in loro la storia della vita terrestre; le loro metamorfosi ricordano la successione delle età; la farfalla è contemporanea dei fiori, mentre il baco ci fa sovvenire, pel suo aspetto, pei suoi istinti e per le sue armi, i periodi primario e secondario; la metamorfosi oggidì compiuta in alcuni mesi riassume milioni d'anni.

Le specie primitive sono rimaste a un dipresso quel ch'erano. Il grillo, la blatta dei tempi carboniferi hanno sopravvissuto alle trasformazioni del globo, persistendo nei loro costumi e nel loro regìme; noi li ritroviamo oggidì annidati presso i forni dei panattieri o accanto ai fornelli delle vecchie cucine, che si riscaldano come ai tempi della temperatura carbonifera e divorano la farina moderna, come in passato la farina delle cicadee e delle equisetacee. Questi animaletti cercano il calore e sfuggono la luce, ignorando, senza dubbio, che il mondo ha molto cangiato dal tempo delle primitive loro foreste.

Nel ronzìo confuso degli insetti noi dobbiamo riconoscere l'eco delle età svanite. Non vi erano ancora nè uccelli, nè canto: le elitre della cicala, della cavalletta, del grillo, il susurrìo di questo indefinito murmure dei campi e dei boschi alla fine di un giorno d'estate, diffondono nell'aria tiepida dei rumori confusi che non sono ancora voci, ma che tuttavia ci parlano di quei tempi primitivi. L'ombra della sera ricorda ad essi tutta l'epoca crepuscolare che diede loro la vita.

Le nostre conoscenze sugli insetti fossili sono dovute soprattutto alle indagini del signor Carlo Brogniart, e dei signori Grand'Eury, Fayol (paleontologia francese) e Osvaldo Heer (scavi d'Œningen). Innanzi lasciare

---

(1) In fr. *bête au bon Dieu*. Sono insettini globulari, lisci, rossi o gialli, appartenenti alla tribù dei coleotteri, che vengono chiamati dai fanciulli anche col nome di «Gallinelle del Signore o della Madonna». *Nota del Trad.*

i fossili d'Œningen, ricordiamoci che questa celebre località geologica, così ricca in fossili d'ogni ordine, insetti, pesci, rettili, ecc., aveva già nel secolo scorso fatto meravigliare il mondo dei naturalisti per una scoperta problematica abbastanza bizzarra.

È là, infatti, che si rinvenne, nel 1725, quel famoso fossile che mise sossopra il ceto dei dotti — e l'altro — per più di un mezzo secolo, e che un pio naturalista, Scheuchzer, credette riconoscere per un uomo

Fig. 372. — Insetti del periodo miocenico ritrovati allo stato fossile.

fossile, e qualificò col nome di *homo diluvii testis*, « uomo testimonio del diluvio ». È, in realtà, lo scheletro in cattivo stato di un'enorme rana, o, per meglio dire, di una salamandra, rettile la cui statura raggiungeva 1^m,26 di lunghezza.

La testa, la colonna vertebrale, le braccia, le gambe — pei naturalisti di quell'epoca — erano quelli d'uno scheletro umano. Per molto tempo questo *preadamita* fece un gran chiasso; ma, benchè s'invocasse a sostegno della sua esistenza la scoperta fattasi sulle coste della Guadalupa

di veri scheletri umani pietrificati, si finì per riconoscere la sua natura reale mercè l'anatomia comparata. Si constatò che i frammenti trovati a Œningen erano quelli di una salamandra gigantesca, ciò che non tardò a venir confermato dalla scoperta, sulle rive del Reno e al Giappone, di scheletri completi di questi animali antidiluviani. E quanto agli « uomini fossili » della Guadalupa, fu riconosciuto che la pietrificazione di quegli scheletri era stata prodotta dall'acqua, che infiltrandosi attraverso l'esiguo strato di terra di un cimitero (stabilito dopo la conquista dell'America da parte degli Europei), aveva intonacato le ossa con una specie di tufo calcare.

Scheuchzer ne aveva fatto tuttavia oggetto di una speciale dissertazione. Questa dissertazione era accompagnata da un'incisione in legno raffigurante l'*Uomo testimonio del diluvio*. Scheuchzer ritorna su questo argomento in un'altra delle sue opere, *Physica sacra*. « È certo, scriveva egli, che questo schisto contiene una metà, o poco meno, dello scheletro di un uomo; che la sostanza stessa delle ossa, e, ciò che è più, delle carni e delle parti ancor più molli delle carni, sono incorporate nella pietra; in una parola, che è una delle reliquie più rare che noi abbiamo di quella razza maledetta che fu sepolta sotto le acque. La figura ci mostra il contorno dell'osso frontale, le orbite colle aperture che dànno passaggio ai grossi nervi del quinto paio. Vi si scorgono dei resti del cervello, dello sfenoide, della radice del naso, un frammento notevole delle ossa mascellari e le vestigia del fegato. »

E il nostro pio autore ad esclamare, assumendo questa volta il tono lirico:

Vecchio dannato, nel diluvio spento,
Incita i peccatori al pentimento.

Il lettore ha sotto gli occhi la figura del fossile dello schisto d'Œningen (fig. 373). È evidentemente impossibile di trovare in questo scheletro ciò che voleva vedervi l'entusiasta scienziato.

« Prendete, diceva Cuvier a questo proposito, uno scheletro di salaman-
« dra e ponetelo a fianco del fossile, senza lasciarvi ingannare dalla dif-
« ferenza di grandezza, come potete farlo agevolmente paragonando un
« disegno di salamandra di grandezza naturale col disegno del fossile ri-
« dotto al sesto della sua dimensione, e tutto verrà spiegato nel modo più
« evidente. Io sono persuaso fin anco, aggiungeva egli, che se si potesse
« disporre del fossile, e cercarvi maggiori particolari, vi si troverebbero
« prove ancor più numerose nelle superficie articolari dei vertebrati, in
« quella della mascella, nelle vestigia dei denti piccolissimi, e fino nelle
« parti del labirinto dell'orecchio. »

Il nostro grande naturalista ebbe la soddisfazione di procedere egli stesso all'esame di cui aveva fatto parola per la conferma delle sue viste. Trovandosi ad Harlem, egli chiese al direttore del Museo di far sca-

vare la pietra che conteneva il preteso uomo fossile, allo scopo di mettere in luce le ossa che potevano ancora restarvi nascoste. L'operazione si fece alla presenza del direttore del Museo e di un altro naturalista. Un vero disegno della salamandra era stato collocato presso al fossile da Cuvier, ed egli ebbe la soddisfazione di riconoscere che di mano in mano che lo

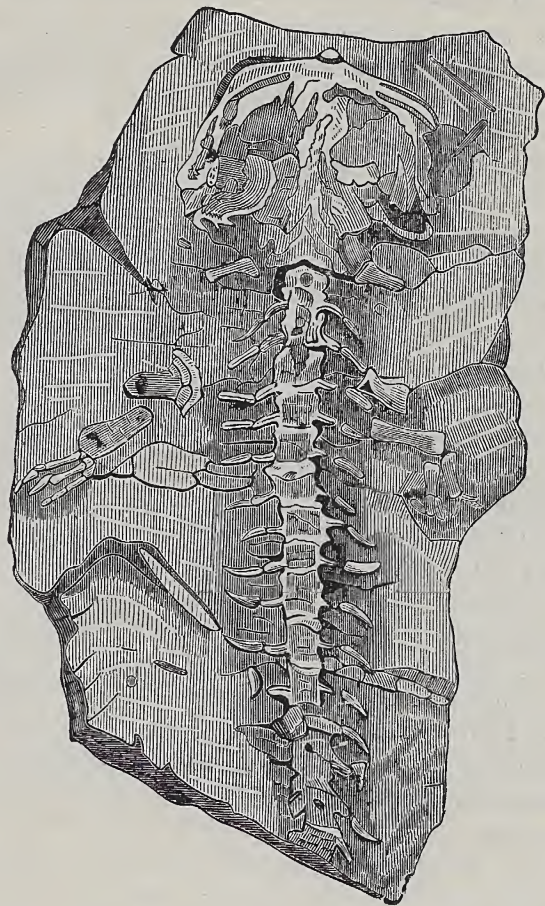



Fig. 373. — L'uomo testimonio del diluvio, di Scheuchzer (1725). Fossile di salamandra.

scalpello intaccava la pietra, i resti che quel disegno aveva annunciati in precedenza venivano alla luce.

Così la salamandra d'Œningen, metamorfosata per un istante in un uomo fossile, ricadde nell'oblìo da cui era stata esumata, e fu la stessa cosa d'un gran numero di scoperte apocrife sullo stesso argomento. I veri resti d'uomini fossili non vennero riconosciuti che nel nostro secolo, come noi vedremo più lungi.

È pure durante questo stesso periodo miocenico che l'uccello, e non

più solamente l'uccello-rettile, ma il vero uccello, ebbe a prendere definitivamente possesso dell'atmosfera e del mondo aereo. Non è più solamente l'archeopteryx che svolazzava nei boschi di cicadee, senza allontanarsi dalla laguna, nè cercar cime che mancavano ancora. Immense regioni si dispiegano, collegate le une alle altre da istmi. Chi le visiterà pel primo, se non l'uccello? Egli ha occhi penetranti per scoprire i lontani orizzonti, e questi orizzonti si fanno sempre maggiori, e la terra si estende e i continenti si sviluppano a misura che egli procede. È necessità ch'egli si procacci, in luogo dell'ala impacciata dell'archeopteryx, un'ala infaticabile.

Ecco la potenza del volo nata dalla forma nuova della Terra. L'uccello era imprigionato nell'età giurassica. Egli non poteva spiegare nè la sua forza, nè il suo istinto, e la sua ala non era così che un braccio di cui si valeva piuttosto per sostenersi che per fendere l'aria. Il mondo terziario si svolge davanti ad esso; egli insegue questo orizzonte che gli sfugge sempre; il suo istinto gli è rivelato, ed egli si affida al vasto spazio. Un tipo nuovo scatta fuori con un nuovo universo. Quanta distanza vi ha da ciò al mollusco siluriano, al rettile giurassico!

L'uccello! poesia vivente! il volo assolutamente libero, l'ala e il suo dominio aereo, la libertà al di sopra del mondo. il canto, il nido, l'amore, l'uovo, la culla! tutto in una sol volta.

La natura vivente era rimasta muta fino al chiudersi dei tempi primarî. Ai fremiti dei flutti, delle onde, del vento fra le foglie, al fragore dell'uragano, del fulmine, delle bufere e delle tempeste, i molluschi, i pesci, i crostacei erano rimasti sordi. Gli insetti incominciarono a ronzare, le cicale a sbattere le loro elitre, le rane a gracidare, mandarono gemiti i primi mammiferi, e i saurî giganteschi mugghiarono od urlarono. Ma nessun essere aveva ancor cantato.

Ecco l'uccello, ecco il cielo azzurro, ecco i fiori. È ormai cosa fatta, la terra si forma. Bentosto l'umanità potrà nascere alla sua volta.

Benefico progresso, che tu sia il benvenuto! Tu ci parli assai meglio di tutte le evoluzioni anteriori, tu riassumi in te solo la legge generale della creazione, ed apprezzandoti, noi siamo più istrutti che mercè l'intera storia della stessa umanità. Tu ci apprendi, tu ci provi che nell'opera divina tutto cammina verso il bello, verso la luce, verso l'armonia. Inquieta preparazione del nido; dolci e misteriose sensazioni di lei che sta covando; nascita ed educazione dei piccini: non vi è in ciò l'uovo dell'umanità stessa?... Ahimè! è fors'anco un simbolo troppo bello; l'umanità non ha ali.

Durante l'epoca miocenica, gli uccelli sono numerosissimi. Nei terreni fossili del dipartimento dell'Allier, il signor Alfonso Milne-Edwards ha scoperto non meno di settanta specie d'uccelli differenti, appartenenti a gruppi svariatissimi, e in ispecial modo a pellicani, a gru, marabù, feni-

rotteri, ibi, rondini salangane (1), pappagalli, cùculi; questi uccelli denotano un clima più caldo del nostro, e il centro della Francia doveva assomigliare allora al centro attuale dell'Africa. La figura 374 riproduce, secondo il signor Contejean, l'aspetto probabile di quei paesaggi.

Il progresso si sviluppa in tutti i rami del regno animale. Già vedemmo più sopra (pag. 596) che *i mammiferi pachidermi*, lofiodonti, paleoterî, anoploterî, *sono derivati*, secondo ogni probabilità, *dai mari supiali*, al principio del periodo eocenico. I pachidermi, alla loro volta, sembrano aver dato origine ai *ruminanti* da una parte, ed ai *carnivori* dall'altra.

Fig. 374. — Paesaggio del periodo miocenico in Francia.

Lo studio della paleontologia ci mostra, come abbiamo visto, specie fossili che ponno essere gli antenati della specie dei carnivori attuali; per di più, essa incomincia a rivelarci talune linee d'unione fra generi che parrebbero oggidì assai separati gli uni dagli altri. Tutti gli animali che vengono riuniti sotto il nome di carnivori sono ben lontani dall'avere lo stesso regime; il leone si ciba di carne fresca, la jena divora i cadaveri, certi orsi sono altrettanto onnivori quanto lo sono i maiali. Da ciò

(1) La rondine salangana è nota specialmente per la particolarità che il suo nido serve ad alcune popolazioni come alimento. Dimora quest'uccello sugli scogli e nelle caverne vicino al mare nelle isole di Giava e Sumatra.

risultano differenze notevoli nella forma dei denti; più un animale è carnivoro e più i suoi denti sono taglienti e più i suoi molari sono grandi; ed allorchè il suo genere di vita si avvicina a quello degli onnivori, i suoi denti con protuberanze, che servono a maciullare, prendono importanza. Le membra dei carnivori presentano pure differenze considerevoli corrispondenti a quelle del genere di vita; l'orso che corre poco e si arrampica sugli alberi, non può avere le stesse membra del cane, animale corridore; le zampe con cui il leone sbrana le sue vittime non devono essere fatte come quelle della jena. Le numerose varietà dei carnivori hanno consentito di dividere questi animali in sei famiglie:

Orsi,	*Martore,*
Cani,	*Jene,*
Zibetti	*Gatti.*

I profondi studî del signor Gaudry stabiliscono che queste famiglie hanno fra di loro molti vincoli d' affinità e di parentela. Così, non ostante la separazione che parrebbe esistere fra il cane e l' orso, si conoscono carnivori fossili che rendono possibile l' idea di una parentela fra questi animali. Tale è, per esempio, l' anficione (1); questo quadrupede, che è uno dei fossili più caratteristici della metà dell' epoca terziaria, appartiene indubbiamente, come lo indica il nome suo, al gruppo dei cani; ciò è tanto vero, che i paleontologi sono talvolta imbarazzati nel distinguere i resti d'anficione da quelli dei cani. Tuttavia l'anficione era plantigrado e fors'anche arrampicatore come l'orso, mentre i veri cani sono digitigradi, corridori e non arrampicatori.

Vi è un genere fossile, nel quale le affinità cogli orsi sono ancora più manifeste che nell' anficione, ed è lo hyœnarctos (2), trovato nel miocene medio di Sansan.

Le jene sono oggidì abbastanza distinte dai zibetti; ma non è stato sempre così, e la paleontologia, col mezzo dell' esame dei denti, ci mostra il passaggio dalle jene agli zibetti.

I carnivori dei tempi attuali si collegano con quelli dei tempi passati; ma, allo stesso modo che molti erbivori si sono estinti senza arrivare fino ai nostri giorni, si deve credere parimente che certi carnivori abbiano avuto il loro regno nei tempi geologici, e siano morti senza lasciare posterità. Il signor Gaudry cita, per esempio, il machœrodus (3); e infatti questo animale, come lo indica il suo nome, aveva canini allungati e così taglienti quanto lame di pugnale, coi quali doveva asportare larghe striscie nel grosso cuoio dei pachidermi; nè alcuna bestia della

(1) Etimologia: αμφι, intorno al; κυων, cane.
(2) Etimologia: υαινα, jena; αρκτος, orso.
3) Etimologia: μαχαιρα, pugnale; οδους, dente.

nostra epoca parrebbe essere la discendente di quel terribile carnivoro. Già vedemmo che è in questo stesso periodo miocenico che i mammiferi sembrano aver raggiunto il loro massimo grado di sviluppo. Fino dalla epoca langhiana si vedono svanire nei placentarî terrestri i pochi caratteri che li collegano ancora coi marsupiali. I proboscidiani fanno la loro comparsa coi generi pachidermi dinoterio e mastodonte, che noi possiamo considerare l'uno e l'altro come precursori degli elefanti, coi quali offrono d' altronde le maggiori rassomiglianze.

Il dinotherium (1) è il più grande dei mammiferi terrestri che sia mai vissuto. Per molto tempo non si possedettero di questo animale che frammenti incompleti, i quali indussero Cuvier a classificarlo a torto fra i tapiri. La scoperta di una mascella inferiore quasi completa, armata di un corno diretto verso il basso, venne a testimoniare più tardi che quest' essere misterioso era il tipo di un genere nuovo e fra i più singolari. Nondimeno, siccome si conoscevano animali dell' antico mondo, le cui mascelle superiori ed inferiori erano tutte e due provviste di zanne, si credette per qualche tempo che avrebbe potuto essere la stessa cosa pel dinoterio. Ma, nel 1836, alcuni scavi fatti ad Eppelsheim (Assia-Darmstadt) misero in luce un cranio quasi intiero che non portava che le due zanne della mascella inferiore. Dal complesso delle membra rinvenute, il suo aspetto doveva offrire una grande rassomiglianza con quella del mastodonte.

Il mastodonte (2) fu scoperto dapprima in America nel secolo scorso, e Buffon aveva dato a questo gran fossile il nome d' *elefante dell'Ohio*. Cuvier gli diede quello di *mastodonte*.

Il mastodonte del periodo miocenico aveva quattro zanne, e le più piccole erano inserite nella mascella inferiore.

Ossa di elefanti fossili, di mastodonti, ecc., vennero rinvenute in ogni tempo; e sono queste ossa che diedero origine alle storie favolose dell'esumazione di scheletri d'antichi giganti; poichè, in un tempo in cui l' anatomia aveva fatto sì scarsi progressi, l'amore del meraviglioso poteva tanto meglio impadronirsi di siffatti avvenimenti per accreditare idee che colpiscono l'imaginazione, inquantochè l'elefante è un animale il cui scheletro presenta (tenuto il debito conto delle dimensioni) abbastanza rassomiglianza con quello dell' uomo. Si comporrebbe un intiero volume colla storia d'ossa fossili di grandi quadrupedi che la ignoranza o la frode hanno fatto passare per resti di giganti umani. La più celebre di tutte è quella dello scheletro che, sotto Luigi XIII, fu presentato come

---

(1) Etimologia: δειυσς, terribile; θηριου, animale. In realtà egli era gigantesco, ma non terribile.

(2) Etimologia: μαστος, mammella; οδους, dente.

quello del re Teutobocco, questo antico re dei Cimbri che venne a battaglia con Mario. Ecco ciò che diede luogo a tale racconto.

L' 11 gennaio 1613, si rinvennero in un deposito di sabbia, presso al castello di Chaumont, nel Delfinato, tra le città di Montricaux e Sant'Antonio, alcune ossa di cui molte furono frantumate dagli operai. Un chirurgo di Beaurepaire, chiamato Mazurier, informato di questa scoperta, si impadronì di quelle ossa, e risolvette di trarne profitto. Egli pretese di averle rinvenute in un sepolcro lungo trenta piedi, sul quale era scritto:

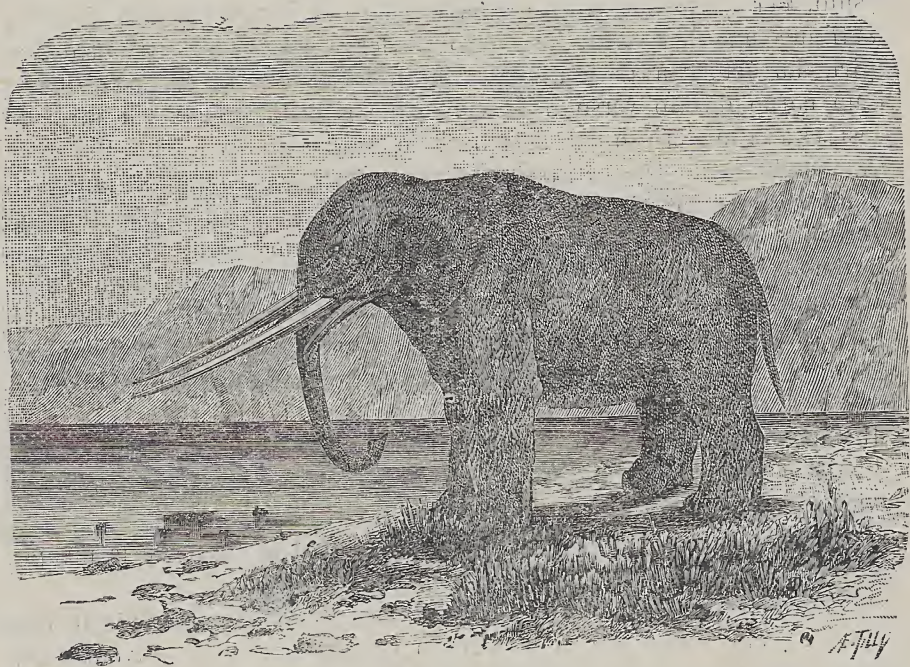



Fig. 375. — Il mastodonte, precursore dell'elefante. — Periodo miocenico.

Teutobochus rex; ed aggiungeva di aver scoperto nel tempo stesso una cinquantina di medaglie coll' effigie di Mario. Egli inserì tutte queste fole in un opuscoletto destinato ad attizzare la curiosità del pubblico, e giunse a mostrare, coll'esborso di qualche moneta, le ossa del preteso gigante, tanto a Parigi, quanto in altre città. Gassendi cita un gesuita di Tournon come l' autore dell' opuscolo, e dimostra che le pretese medaglie antiche erano falsificate; quanto alle ossa, di cui il Museo di Parigi è diventato possessore, sono ossa di mastodonte, come lo si vede al primo guardarle dalla forma dei denti, e non già ossa d'elefante, come si era supposto allorchè non si aveva per guida in questa determinazione dei residui fossili, che una specie di inventario dei differenti pezzi che erano stati mostrati al pubblico, e alcune vaghe indicazioni delle forme

loro, sparse qua e là negli scritti dei medici e dei chirurghi che presero parte alla discussione per combattere e sostenere le asserzioni menzognere di Mazurier.

Fig. 376. — Cranio della scimia mesopiteca del periodo miocenico.

Fatti consimili, ma meglio osservati e descritti con maggior precisione di mano in mano che la loro data è più recente, ci conducono fino al

Fig. 377. — Scimia mesopiteca del periodo miocenico in Grecia.

diciottesimo secolo. A quest' epoca, il progresso delle scienze naturali non consentì più inganni così grossolani come quello di cui si è fatto menzione, e allorchè si rinvennero ossa d'elefante, le si considerarono per

quel che erano, ma si rimase nella persuasione ch' esse erano state sepolte sotto il suolo al tempo dei Romani.

Il mastodonte, la cui apparizione è di data miocenica, è il precursore e probabilmente l' antenato dell' elefante. Il signor Gaudry ha mirabilmente dimostrato come i denti del mastodonte più antico si sieno gradatamente modificati fino a quelli dell'elefante attuale. Non è più permesso alcun dubbio su questo punto. *Si vede la specie trasformarsi insensibilmente da un tipo perfetto di onnivoro in un tipo non meno perfetto di erbivoro.* Il progresso si fa strada nell'ordine intellettuale come nell'ordine fisico, imperciocchè i nostri lettori sanno che l'elefante è uno degli animali più intelligenti ed uno dei più buoni.

Come dicemmo, durante il periodo miocenico, tutti gli ordini dei mammiferi sono rappresentati, pachidermi, carnivori, chiropteri, rosicanti, proboscidiani, anfibî, ruminanti, insettivori, quadrumani. I più caratteristici sono quelli che noi abbiamo testè indicati, i dinoterî e i mastodonti. Essi erano accompagnati da un gran numero d'altri abitanti dei boschi, delle campagne e delle spiaggie, quali: l'antracoterio, pachiderma armato d'incisivi e di canini taglienti che potevano servire da istrumenti di difesa (se ne trovano gli avanzi nel calcare di Beauce). I tapiri e i rinoceronti fanno la loro apparizione, e così i primi antenati dei ruminanti. Nella sola Grecia, che faceva allora parte di un continente, il signor Gaudry ha messo in luce cinquantuna specie differenti, fra le quali menzioneremo, oltre alle scimie di cui ci occuperemo quanto prima, gli ipparioni, le antilopi, e giraffe, e cignali, e gatti selvatici, e zibetti, ecc. Uno sdentato colle dita uncinate ha ricevuto il nome di ankylotherium. Un animale che parrebbe essere per metà orso, per metà cane, ed anche, un po' gatto, ha ricevuto il nome di simocyon. Una specie di giraffa il cui collo è poco allungato, ha avuto il nome di helladotherium.

Due ruminanti che si avvicinano alle nostre capre, ricevettero il nome di paleoceras e tragoceras. A tutti questi contemporanei del periodo miocenico bisognerebbe aggiungere altresì i castori, le marmotte e un gran numero di trampolieri.

Noi abbiamo accennato più sopra (nel periodo eocenico, pag. 587), alle ricerche del signor Gaudry sull'origine delle scimie dai pachidermi ed alla nascita dei lemuri avvenuta durante questo periodo. Qualunque sia questa origine, i principali tipi di *scimie* si mostrano costituiti fino dalla metà dell'epoca miocenica: è nei terreni di quest'epoca che si trovano le scimie ordinarie e le scimie antropomorfe.

La prima scimia fossile che siasi conosciuta è il semnopitecus subhymalayanus, rinvenuta nel 1836 da Baker e Durand, nel miocene superiore dell'Imalaya: essa aveva la grandezza di un orang-utang. Tosto dopo, Falconner e Cantley hanno estratto dagli stessi terreni un' altra specie più piccola di semnopiteco. Il signor Gervais ha richiamato l'at-

tenzione a Montpellier su alcuni esemplari che egli ha attribuito parimente ad un semnopiteco. Una mascella di macaco fu estratta dal pliocene di Val d'Arno.

Si è trovato nelle ligniti di Elgg, in Svizzera, una bella mascella di scimia munita dei suoi denti, che caratterizzano una scimia della famiglia dei catarrini. Questa mascella offre la maggiore analogia possibile con un'altra mascella di scimia scoperta a Sansan, presso ad Auch (Gers), dal signor Lartet, e deve riferirsi alla medesima specie di scimie. Il signor Gervais ne ha fatto un genere speciale estinto, il pliopiteco, mentre Rütmeyer opina che sia un gibbone indiano, un hylobatus; in ogni modo,

Fig. 378. — Il siamang, scimia gibbone del periodo miocenico.

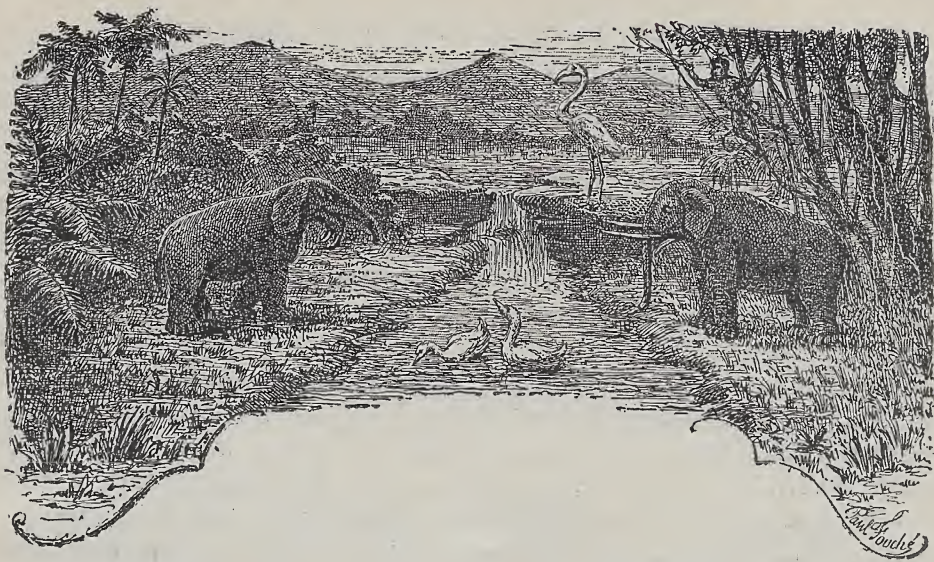
queste ultime scimie, senza coda e colle braccia lunghe, sono quelle con cui ha maggior analogia. Secondo Rütmeyer questo gibbone primitivo sarebbe un prossimo parente, certamente un antenato, del siamang di Sumatra.

Il signor Alberto Gaudry ha raccolto a Pikermi i resti di venticinque individui del genere mesopiteco: da tutti questi materiali si può far una idea del suo aspetto e dei suoi costumi (veggansi le figg. 376 e 377). Il suo angolo facciale di 57 gradi sembra indicare una scimia la cui intelligenza stava nella media ordinaria: i suoi denti dimostrano ch'essa non era essenzialmente frugivora, ma che si nutriva dei germogli delle foglie. L' uguaglianza delle sue membra anteriori e posteriori prova che era

piuttosto atta a camminare di quel che ad arrampicarsi; viveva in piccoli branchi. La conoscenza che noi abbiamo delle diverse parti dello scheletro di mesopiteco ha rivelato che questa scimia forma la transizione fra due generi attualmente viventi, fra i semnopitechi ed i gibboni, ed è per questa ragione che la si è chiamata *mesopiteco* (1).

La scoperta delle scimie fossili del gruppo antropomorfo è dovuta al signor Gaudry. Nel 1835 egli annunciò pel primo a Sansan il pliopiteco (2), animale probabilmente affine ai gibboni. Più tardi, egli ha descritto il dryopiteco (3): non se ne possiede sgraziatamente che la mascella inferiore e l'omero. « Il driopiteco, dice l'eminente professore, era una scimia d'un carattere assai elevato. Essa si avvicinava all'uomo per molte particolarità. La sua statura doveva essere press'a poco la stessa: i suoi incisivi erano piccoli: i retromolari avevano protuberanze meno rotonde di quel che nelle razze europee, ma abbastanza simili alle protuberanze dei molari degli Australiani; si è supposto che l'ultimo molare spuntasse dopo il canino, come il dente della sapienza nell' uomo. Vicino a queste rassomiglianze, vi è una differenza che fa meravigliare allorchè si paragona una mascella umana colla mascella del driopiteco, e si è che in una mascella umana, ove il primo retromolare è più forte che nel driopiteco, il dente canino ed i premolari sono invece più deboli. Questa differenza è di una grande importanza, inquantochè il raccorciamento dei denti davanti è in rapporto colla poca sporgenza facciale, e conseguentemente è un distintivo della superiorità umana; ciò che caratterizza essenzialmente la testa dell' uomo, è uno sviluppo estremo delle ossa che circondano l'encefalo, sede del pensiero, ed una diminuzione delle ossa della faccia talmente grande che, invece di formare un muso, esse non sono più che la facciata della testa. » Così, di progresso in progresso, nei regni organici che popolano la terra si compie la preparazione al regno umano.

---

(1) Etimologia: μεσος, mezzo; πιθηκος, scimia
(2) Etimologia: πλειου, più; πιθηκος, scimia.
(3) Etimologia: δρυς, quercia; πιθηκος scimia.

CAPITOLO III.

IL PERIODO PLIOCENICO.

Il terzo ed ultimo periodo dell'èra terziaria ha ricevuto, come noi vedemmo, il nome di pliocene. Abbastanza intimamente collegato all'epoca attuale al punto che taluni autori non credono di dover distinguerlo, esso offre per altro un'individualità distinta e rappresenta uno stato di cose assai differente da quello che prevale al giorno d' oggi. Senza dubbio, verso la fine del periodo, i contorni delle configurazioni dei mari e dei continenti si scostavano poco da quelli delle configurazioni attuali. Tuttavia, in più d' un punto, i sedimenti di quest'età sono oggidì inclinati e portati ad altezze notevoli, e la fauna di cui hanno conservati i resti, anteriori al raffreddamento delle regioni boreali, segna piuttosto la fine anzichè l'inaugurazione di un' èra.

Sui primordî del periodo pliocenico, la geografia delle regioni mediterranee ha subìto una modificazione, passeggera, ma ragguardevole. E invero i primi sedimenti di quest'età accusano condizioni piuttosto salmastre che marine. Strati e congerie, sparsi su diversi punti della Provenza, dell'Italia e della Corsica, nello stesso tempo che occupano spazî ragguardevoli nell'Europa orientale, attestano che a quell'epoca il Mediterraneo non s' inoltrava al di là del meridiano della Sardegna e che tutta la sua parte orientale aveva fatto posto ad una serie di mari caspiani, sulle sponde dei quali viaggiavano liberamente grandi mandre d'erbivori. Ma bentosto il rilievo della regione si disegna vie più, la continuità del regìme marino si ristabilisce, e il mare si inoltra attraverso lunghe in-

senature, al di là degli estuarî attuali dei nostri fiumi, in ispecial modo nella valle del Rodano e in quella del Po. In Francia, il mare pliocenico si è fatto innanzi fino alle porte di Lione; in Italia lungo gli Appennini, soprattutto nella Liguria centrale; Roma, le colline del Vaticano e di Monte Mario erano allora sotto i flutti, destinate nel mistero delle età alla loro gloria futura. Si rinvengono, sotto il Vaticano stesso, le conchiglie plioceniche, che datano da più migliaia di secoli prima dell'èra che le credenze cristiane attribuivano testè ancora alla creazione del mondo.

A questa stessa epoca imponenti manifestazioni vulcaniche prolungano l'attività eruttiva del periodo miocenico. « Un clima relativamente dolcissimo permette all'Europa di nutrire una vegetazione in cui i tipi delle ricche foreste del Nord sono associati a quelli delle isole Canarie e dei confini della regione Caucasica. Ma la temperatura si abbassa a poco a poco, nel tempo stesso che il mare si ritira: la flora s'impoverisce per non acquistar più nulla d'ora innanzi, le specie più delicate emigrano verso il sud, e le palme non si trovano più che a latitudini inferiori di dieci gradi a quelle ch'esse raggiungono all'epoca del miocene. Infine, il periodo termina con una flora che, abbastanza ricca ancora per fornire un' abbondante nutrimento a giganteschi erbivori, non contiene più in ogni singolo punto, specie le quali non sia assai facile il rinvenire oggidì, discendendo di alcuni gradi verso l'equatore. » (1).

Il periodo miocenico ha segnato l'apogeo dello splendore e della ricchezza del regno vegetale in Europa. Il periodo pliocenico ne incomincia la decadenza; il calore si perde, la vegetazione s'impoverisce per sempre.

Insensibilmente, il mare si ritira dalle Alpi sollevate, dalla Svizzera, dall'intera Francia. Nella valle del Rodano, esso si ritira a Valenza, poi a Montélimart, poi ad Orange; come la foce del Rodano, quelle del Po e del Danubio si mostrano allo stato di golfi. Le nostre regioni assumono gradatamente la loro configurazione geografica attuale e i fiumi le loro direzioni.

Durante la prima parte del periodo pliocenico, la preponderanza tra gli animali terrestri, appartiene, senza contrasto alcuno, agli erbivori. I mari miocenici vengono a disseccarsi, o piuttosto a trasformarsi in grandi laghi salati, intorno ai quali si sviluppa un' abbondante vegetazione di graminacee. Sopra queste zolle erbose passeggiano gli innumerevoli branchi di antilopi, di cervi, di helladoterî, di giraffe, di palæotragus, di palæoreas, i cui fossili di Grecia, di Svizzera e di Francia ne hanno rivelato l'esistenza. A questi animali si associano l'ipparione, il mastodonte e la scimia mesopiteca.

Nel quadro generale del periodo, la natura si avvicina sempre più al

(1) A. De Lapparent. *Trattato di Geologia.*

suoi aspetti moderni. La vegetazione dei nostri paesi vede sparire le palme e riveste un carattere temperato, non solamente pei suoi alberi, ma altresì pei suoi arbusti e pei suoi fiori. Dopo aver conservato per qualche tempo le sequoie ed i bambù, l'Europa si popola di specie vicinissime a quelle ch'essa possiede oggidì, ma destinate a ritirarsi verso il sud nelle età seguenti. La flora pliocenica rende testimonianza di un clima già più freddo. Le differenze climateriche fra il nord e il sud d'Europa cominciano a farsi più distinte; ed è in tal modo che una palma (il Chamœrops humilis), associato a quercie (Quercus lusitanica) che non s'incontrano più che nel sud della Spagna, si manteneva nei dintorni di Marsiglia; mentre l'acero, il pioppo, il noce e il larice erano

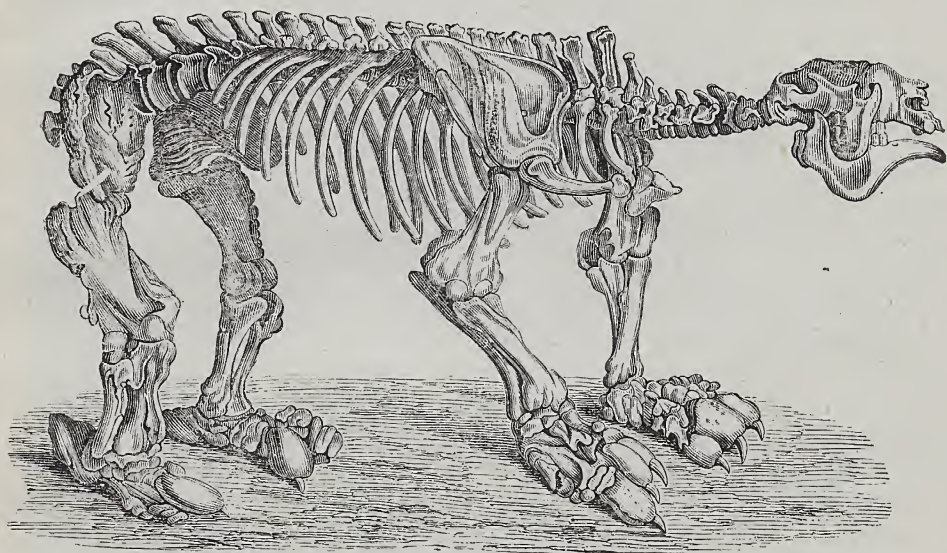



Fig. 380. — Scheletro fossile di megatherium.

preponderanti nel centro della Francia, offrendo taluni tipi di cui gli identici devono essere oggidì richiesti alla flora dell'Algeria, a quella del Portogallo e fin anco del Giappone. Molte fra le specie vegetali del pliocene europeo sono oggidì indigene delle grandi foreste d'America.

Il regno animale vede lo sviluppo e il progresso dei mammiferi: e nuovi mastodonti si sostituiscono agli antichi per sparire ben tosto anch'essi per sempre.

Il mastodonte, che noi abbiamo studiato nell'epoca precedente, viveva ancora nell'epoca pliocenica. La figura 384 rappresenta uno scheletro fossile della specie che viveva a quest'epoca, il *Mastodonte di Torino*, il quale non aveva che le due grandi zanne della mascella superiore. Il mastodonte che viveva durante il periodo miocenico aveva quattro zanne, come lo si è visto più sopra.

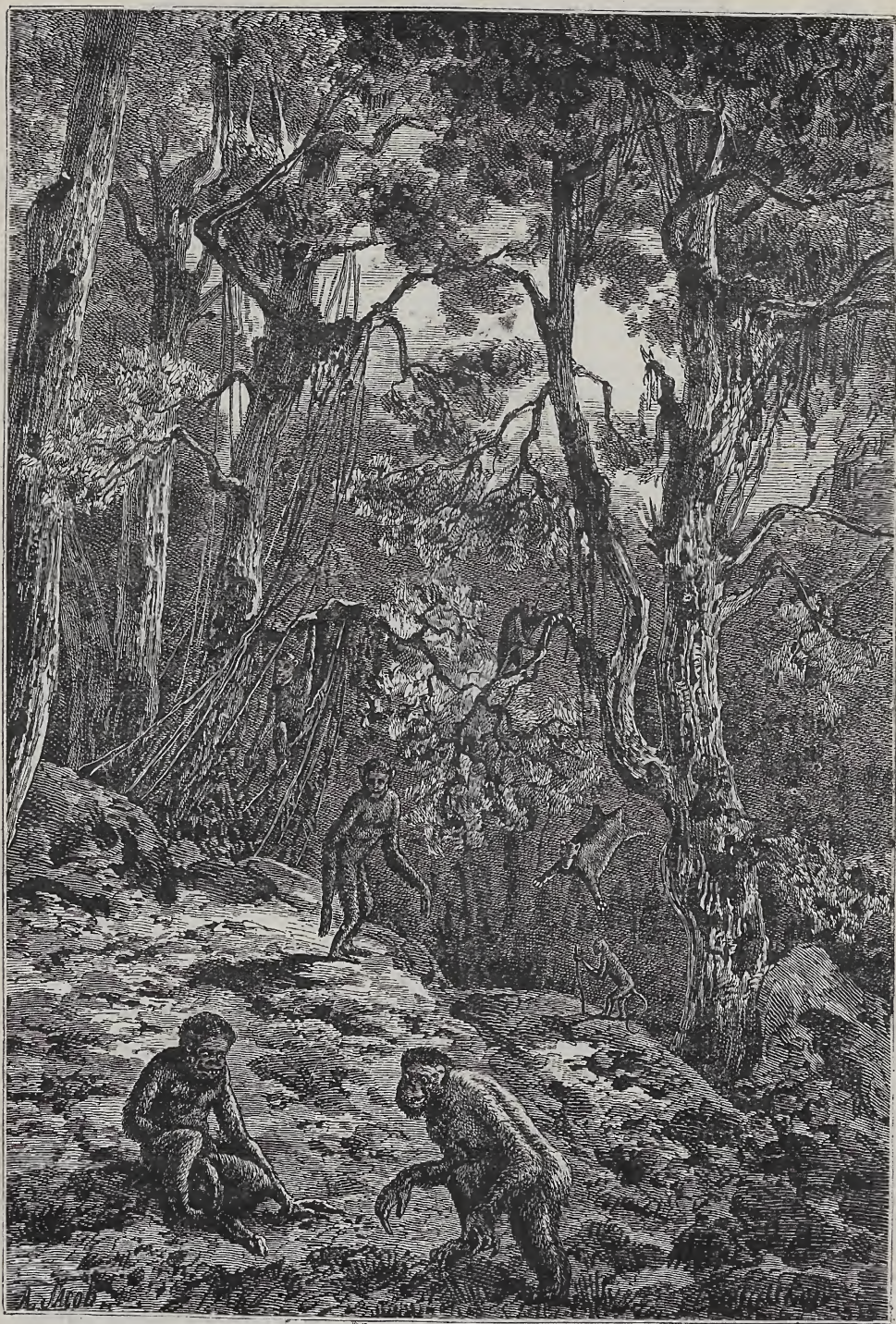
I dinoterî sono estinti: gli elefanti si perpetueranno per mezzo di nuove specie (mammuth o elephas primigenius) che assicureranno la durata del genere fino ai giorni nostri; gli ippopotami, i rinoceronti si moltiplicano, e così pure i tapiri ed i camelli. Si vedono arrivare enormi buoi, che vivono in mandre nelle foreste delle nostre regioni: cervi con grandi corna, orsi, ipparioni e cavalli (più piccoli di quelli dei nostri giorni).

Fig. 381. — Il megatherium (periodo pliocenico dell'America del Sud).

Si assiste in tal modo alla nascita di nuove specie di scimie: ma le scimie abbandonano ben tosto l' Europa, divenuta troppo fredda, per andare a vivere in Africa.

Nel nuovo continente si osservano, fra i mammiferi più curiosi di quest'epoca, il megatherium (figg. 380 e 381) scoperto nel Paraguay, a Buenos Aires, appartenente all'ordine dei tardigradi (1); aveva un'andatura

(1) Esemplari di scheletri fossili di megatherium si hanno a Parigi, a Londra ed a Torino, ma il più bello e completo è indubbiamente quello posseduto dal Civico Museo di Milano, cui fu donato anni or sono, mediante sottoscrizione, da alcuni generosi oblatori. Proviene dai terreni quaternarî delle Pampas ed ha una lunghezza di ben 5 metri, con 2 d'altezza.

Nota del Trad

Fig, 382. — Abitanti della Grecia, della Svizzera, della Provenza, nei primi secoli dell'epoca pliocenica.

goffa e bizzarra, era erbivoro e misurava due metri e mezzo di altezza; il suo scheletro è conservato al Museo di Madrid. Aggiungiamogli il suo contemporaneo, il mylodon (fig. 383), che si nutriva soprattutto delle foglie degli alberi e dei germogli. Era un po' meno grande del megaterio e portava anch'esso zoccoli ed artigli ad ogni piede. — Ma facciamo ritorno agli abitanti delle nostre regioni.

Vi dominano i grandi proboscidiani, e soprattutto l' elefante meridionale, che scorrazzava fino in Inghilterra; alla fine del pliocene, i mastodonti sparivano dall'Europa per sopravvivere più a lungo in America. I rinoceronti e gli ippopotami sono al loro apogeo; i cervi e i buoi fanno la loro apparizione; tutti questi erbivori attestano intorno alla grande abbondanza del nutrimento vegetale.

Si può vedere nella nuova galleria di paleontologia del Museo di Parigi lo scheletro fossile dell' Elephas meridionalis, scoperto nel 1872 a Durfort (Gard) dal signor Cazalis de Fondouce; la sua altezza è di metri quattro e dieci centimetri, e la maggior larghezza del cranio raggiunge metri uno e sessantacinque.

È pure nell'epoca pliocenica che fa la sua comparsa il più grande di tutti i cervi; le sue ossa furono trovate alle Indie, in grembo ai monti Sivaleks, ove gli abitanti adorano l'antico idolo conosciuto sotto il nome di Siva; lo si è conseguentemente designato col nome di sivatherium.

Il sivaterio aveva la statura dell'elefante e apparteneva al genere dei cervi: è adunque il cervo più gigantesco che sia esistito. Rassomigliava al nostro alce attuale, ma era molto più grasso e massiccio. La sua testa presentava una disposizione che non si è ancora rinvenuta in verun animale conosciuto; essa era armata di quattro corna, di cui due sulla sommità della fronte, e le due altre, più grandi, piantate nella regione dei sopraccigli. Queste quattro corna, assai divergenti, dovevano dare a questo cervo colossale un aspetto stranissimo.

La storia geologica dei ruminanti è oltremodo differente da quella dei pachidermi. Questi ultimi ebbero il loro regno nei nostri paesi durante la prima età dei tempi terziarî, e non se ne vedono più oggidì che avanzi per dir così isolati. I ruminanti, invece, ebbero il loro regno nella seconda metà dei tempi terziarî, e il loro ordine è ancora assai fiorente ai giorni nostri.

I più antichi ruminanti che sieno stati trovati in Europa sono lo xifodon, il dichodon e l' amphimeryx; i due ultimi sono imperfettamente conosciuti; quanto allo xifodon, si può dire ch'egli ha altrettanti titoli per essere classificato nei pachidermi quanti per venir annoverato fra i ruminanti. In America i ruminanti parrebbero essersi moltiplicati più presto che in Europa; tuttavia alla fine dei tempi eocenici, od anche al principio dell'epoca miocenica, la maggior parte delle loro specie aveva conservato alcuni caratteri dei pachidermi.

Allorchè noi vediamo i ruminanti svilupparsi durante l'epoca terziaria secondochè i pachidermi diminuiscono, vien naturale il pensare ch' essi possano essere *pachidermi trasformati*. Ora è precisamente questa la conclusione che il signor Gaudry ha dedotto dalla comparizione dei denti, al punto fin anche che riesce difficile il decidere quali siano i generi di pachidermi aventi maggiori titoli ad essere considerati come gli antenati dei ruminanti.

Il ritardato estendersi degli erbivori, sia solipedi, sia ruminanti, è un fatto degno d'essere notato, giacchè è favorevole alla dottrina dello

Fig. 383. — Il mylodon (periodo pliocenico dell'America del Sud).

sviluppo progressivo. Siccome sono gli erbivori che formano le grandi mandre, la loro venuta dinota un accrescimento di fecondità nella natura. Non è solo pel loro numero, ma anche per la vivacità dei loro movimenti e la rapidità della loro corsa, ch' essi danno vita ed anima alle campagne. Per impadronirsene, i carnivori sono obbligati a far uso di tutta la loro forza ed intelligenza. Dal contrasto degli sforzi che fanno gli erbivori e i carnivori per assicurare la loro vita, gli uni coll'evitare gli attacchi, gli altri coll'inseguire la loro preda, risulta una somma di attività che il mondo non aveva avuto nelle epoche antiche. Gli erbivori costituiscono pure un progresso sotto il rispetto estetico, inquantochè i

solipedi rivaleggiano in bellezza coi ruminanti; molti fra di essi, come la zebra, il dawe, il cuagga, hanno mirabili mantelli, ed alcuni un incesso in particolar modo nobile: tutti poi appariscono snelli e di forme assai aggraziate (1).

A quest'epoca parimenti viveva l'ipparione, antenato probabile del cavallo, da cui differiva per certe particolarità dedotte dal modo di ripiegamento dello smalto nei denti, e soprattutto dal fatto che gli si potrebbe rifiutare il nome di solipede, inquantochè, in luogo di possedere ad ogni piede un unico zoccolo, ne possedeva tre, di cui due laterali atrofizzati. (La riduzione di cinque dita in uno solo non era ancora completa). Esaminando il suo scheletro (fig. 386), s' indovina del resto in lui l' andatura e la nobiltà del cavallo.

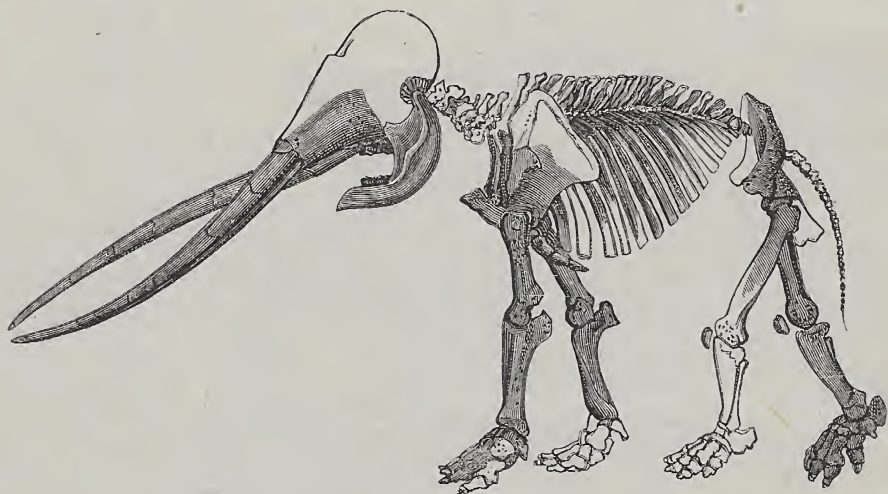



Fig. 384. — Scheletro fossile di mastodonte del Museo di Torino.

Ogni epoca della storia del mondo è stata contrassegnata da esseri che le hanno data una fisionomia speciale; dopo aver raggiunto il loro completo sviluppo, essi sono scomparsi. È in tal modo che ebbe origine questa perpetua diversità che diletta i geologi, rivelando loro una infinita forza d' attività.

Se noi tentiamo ora di tracciare un riassunto dell'epoca terziaria, secondo tutto ciò che la geologia e la paleontologia hanno potuto apprenderci, noi dobbiamo, col signor Contejeau, figurarci continenti abbastanza estesi, elevati ancor più da montagne già alte, ma sempre assai sparse qua e là. In Europa, le grandi terre rassomigliavano senza dubbio alle regioni piane od ondulate dell'interno dell'Africa: esse erano disseminate di laghi e paludi, e davano alimento ad una lussureggiante vegetazione.

(1) Alfredo Gaudry. *Mammiferi terziari.*

Immensi branchi d'erbivori percorrevano savane per metà sommerse nell'acqua, altrettanto numerosi e più svariati dei branchi d'elefanti, di zebre e d'antilopi dell'Africa centrale. I rinoceronti, i tapiri, diversi cignali, antilopi ed anchiterî simili a cavalli, pascolavano nelle stesse regioni dei paleoterî, degli antracoterî, degli helladoterî, dei sivaterî, dei mastodonti non meno notevoli per la bizzarria delle loro forme, che per quella dei nomi loro. Numerosi carnivori venivano a moderare ciò che questa popolazione avrebbe potuto presentare di troppo esuberante. Uccelli corridori, simili allo struzzo, attraversavano le pianure nuovamente

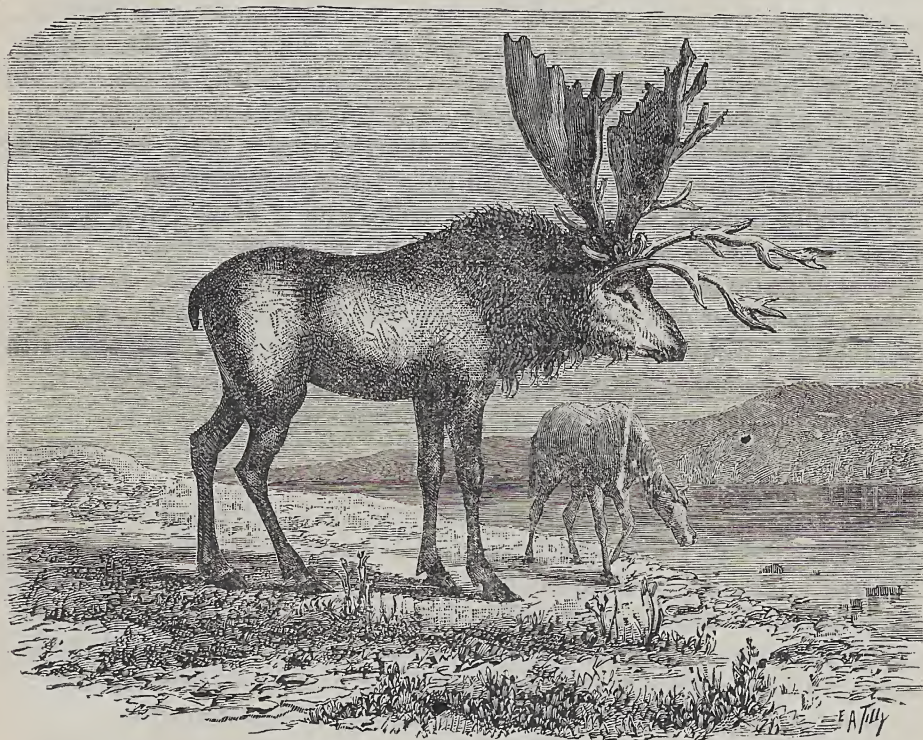



Fig. 385. — Il sivatherium, cervo-colosso dei tempi pliocenici.

apparse, e grandi lucertole e serpenti di diverse specie scivolavano fra gli alberi delle foreste che ospitavano una popolazione abbastanza varia di scimie, precursori dell'uomo. Insetti ed uccelli d'ogni sorta s'aggiravano per l'aria. Covi di coccodrilli, i laghi e le paludi nutrivano altresì pesci analoghi a quelli dei nostri fiumi. Sulle rive dei mari si trascinavano foche e vacche marine; e gli oceani, popolati da delfini, da balene e da capodogli, erano messi a ruba da enormi squali. Nel suo complesso, la natura progredisce lentamente verso l'ordine di cose attuale.

Forse, come noi vedremo quanto prima, l'uomo esisteva già nello stato

primitivo e selvaggio, ma non conosceva ancora la strada dell'Europa, e viveva in mezzo alle foreste dell'Asia meridionale, incosciente de' suoi destini non meno che della sua stessa esistenza. Egli è nato al tempo suo, dopo le scimie antropoidi, gli uranghi, i scimpanzè ed i gorilli.

Alla fine del periodo, la temperatura è press'a poco ciò ch'essa è ai giorni nostri; i mastodonti, i tapiri, le scimie non s'incontrano più in Europa, ma in Africa e nel mezzodì dell'Asia.

La creazione del mondo è continua. La scoperta dei resti sepolti nella scorza terrestre ci apprende che una costante armonia ha presieduto alle trasformazioni del mondo organico. Qualunque sieno i fossili di cui si abbia ad intraprendere lo studio, la bellezza della natura ci si rivela.

Questa bellezza della natura, che apparisce a tutte le epoche, è il segreto del fascino che subiscono tanti e tanti naturalisti, la cui vita fu dedicata alle indagini paleontologiche, e il cui spirito rinviene in quelle indagini una gioia sempre rinascente. Allorchè Cuvier potè, nel pensier suo, ridare l'esistenza ai quadrupedi della formazione gessosa di Parigi, egli dovette provare singolari moti di meraviglia e di piacere; là dove s' estende oggidì la gran città di Parigi, gli sembrava di vedere i laghi dove si bagnavano gli anoploterî, e sulle loro rive costeggiate da palme, scorgeva paleoterî di specie ed aspetto diversi che s'incrociavano coi cheropotami e i dicobuni; eleganti xifodonti e amphimeryx correvano nelle pianure; e, a fianco d'essi, piccolissimi animali dei diversi ordini contribuivano a dar varietà ai paesaggi; erano scoiattoli, sarighe, pipistrelli, specie differenti di scimie, e in ispecial modo le antropoidi, i precursori della nostra razza.

« Ho sempre annoverato fra i momenti più belli della mia vita, scrive il signor Gaudry, i mesi che passai nel burrone di Pikermi, intento ad estrarre i resti dei quadrupedi che animavano in passato le campagne della Grecia. E invero, questi animali di Pikermi dovevano formare magnifici spettacoli: qui le scimie facevano mille lazzi, là errava l' enorme ancylotherium, dalle dita munite d'artigli. Le pianure apparivano coperte in distanza da mandre d'ipparioni e di ruminanti; le corna di questi animali presentavano disposizioni svariate, e le une erano in forma di lira, altre ricordavano quelle delle gazzelle attuali, ed altre ancora si assomigliavano a quelle delle capre. Con queste bestie, dall'andatura spigliata, contrastavano i grossi e tardi rinoceronti e gli enormi cinghiali. Infine, in mezzo ad animali così diversi, si vedeva una riunione di poderosi quadrupedi. Quale ampiezza di forme e quanta varietà sul teatro della vita! Il pensiero delle bestie giganti e innumerevoli di Pikermi e delle imponenti loro coorti ha spesso estasiato il mio spirito; nè posso pensare ad esse senza elevarmi fino all' Artefice infinito di cui sono l' opera, non senza ringraziarlo del farci assistere alle grandi scene che sembravano riservate a lui solo, fino al giorno in cui fu sollevato il velo sotto cui la paleontologia rimase celata...

« Tesori di poesia sono sepolti nella scorza del nostro globo. Quanti uomini, assetati del bello, non proverebbero dolci godimenti quando si accingessero alla ricerca delle misteriose sorgenti della vita! Quanti se ne vanno lungo i sentieri ove coglieranno frutti insipidi e talvolta amari, che sarebbero felici invece scrutando le meraviglie della natura! A questi uomini direi: venite ad aiutarci, la nostra scienza ha di che sedurre anime d'artisti non men che anime di filosofi! »

Sono pensieri belli e degni delle elevate contemplazioni che li hanno inspirati. Lo studio della natura rimarrà sempre lo studio più affascinante e più profondo d'ogni altro; i suoi quadri, le sue prospettive, le sue armonie diletteranno sempre i nostri spiriti. Non è dunque per noi

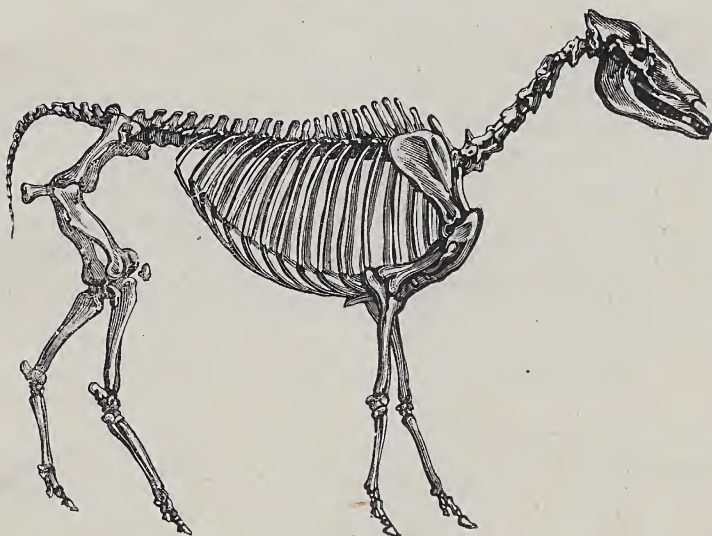



Fig. 386. — Scheletro fossile dell'ipparione, antenato probabile del cavallo (1/20 gr. nat.).

una piacevole emozione il vedere rivivere in qualche modo dinanzi ai nostri occhi tutti quei secoli scomparsi da sì gran tempo, e l'assistere in tal maniera alla creazione del mondo, creazione che non è che una sola e stessa opera, continuata dalla nebulosa terrestre fino ai giorni nostri? Mercè i lavori dei paleontologi, ci è stato dato di risuscitare questi esseri pietrificati e di ristabilirli nei loro antichi dominî, e vedemmo il mare prendere molte volte il posto della terra, e la faccia del mondo cangiare con tutti questi esseri da un' epoca all' altra; uno studio attento delle scienze fisico-chimiche e delle scienze biologiche ci ha perfino consentito di seguire l' opera della creazione senza lacune di mezzo fra il mondo inorganico e il mondo organico, e di risalire alle origini stesse della vita. Così per noi, d'ora innanzi, qualunque sieno i progressi che faranno in avvenire tutte le scienze, e per quanto incomplete appaiano ancor oggi

le nozioni acquisite con assoluta certezza, abbiamo un' idea esatta del modo di procedere della natura e dell'opera della creazione.

Colla fine dell' epoca terziaria noi abbiamo percorso tutte le fasi di questa « storia naturale ». La creazione è terminata, poichè l'uomo è in germe negli antropoidi, e la tendenza al meglio, scopo supremo dell'esistenza di ogni essere, farà progredire questi antropoidi e li eleverà al rango d'uomini selvaggi. È una vasta questione che noi esamineremo nel libro seguente, ed essa vi sarà a suo posto, attesochè è nell'aurora dell'èra quaternaria che l'umanità parrebbe essersi liberata dall'animalità. In quel momento, alla fine dell'epoca terziaria, essa non merita ancora il suo nome. Nei boschi esistono famiglie di grandi scimie, semnopiteci, uranghi, gorilli, scimpanzè (fig. 382 a pag. 617). L' elefante, l'ippopotamo, il rinoceronte, il cervo, il cavallo, il gatto selvatico, il cane selvatico, il lupo, l'orso, la jena, la tigre, il leone, in una parola le specie moderne contemporanee dell' età dell' umanità, esistono nella natura, in mezzo ad una vegetazione analoga a quella che riveste ancor oggi la superficie della Terra. Montagne e valli, alpi coperte di nevi, valli ombrose, sorgenti e ruscelli, cascate e fiumi, foreste vergini, praterie dalle erbe vigorose, sabbie sterili e deserti, climi e stagioni, mandre pascolanti, uccelli cantori nei boschi, gradite radure, raggi ed ombre, pioggie e sole, fiori dei campi, frutti selvatici, tutto è formato, tutto è pronto per la razza conquistatrice. L'antico mondo è morto. Il mondo moderno è nato.

LIBRO VI

L'ETÀ QUATERNARIA

CAPITOLO PRIMO.

LA QUARTA ETÀ DELLA VITA TERRESTRE E I PRIMI GIORNI DELL'ÈRA ATTUALE.

Colla quarta età della storia della Terra noi entriamo nell'èra moderna, nello stato attuale della creazione sul nostro pianeta. Nondimeno il principio di quest'età data già da lungo tempo, da più di centomila anni sicuramente, e molti avvenimenti si sono compiuti nella geografia fisica, nella distribuzione delle terre e dei mari, nei climi, nelle manifestazioni della vita, dopo i primi secoli di quest'èra moderna, di cui la storia intera dell'umanità non è che l'ultimo capitolo — il più importante e il più glorioso di tutti; ma, fino al presente, il più breve. — L'umanità intellettuale non data che da ieri.

Gli inizî dell'epoca quaternaria furono contrassegnati da un avvenimento meteorologico di grande importanza, un momentaneo cangiamento di clima che, imprimendo in tutta la zona temperata un'attività straordinaria in precipitazioni atmosferiche, diede origine a *immensi ghiacciai*, a pioggie ed a fenomeni d'erosione e d'alluvione ragguardevoli. Come conseguenza di questo cangiamento, grandi mantelli di nevi e di ghiacci copersero gli ammassi montagnosi, e così pure le regioni settentrionali, producendo nelle diverse parti del mondo un notevole raffreddamento,

mediante il quale ebbe fine l'epoca dei grandi corsi d'acqua. Solo più tardi, la temperatura s'è addolcita e si stabilì il regno attuale coll'età delle torbiere e delle abitazioni lacustri. In tal modo, mentre ai nostri giorni l'azione dei ghiacciai, dei fiumi e dell'atmosfera sulla superficie terrestre è ridotta a proporzioni quasi insignificanti, quest'azione bastò, al principio dell'èra moderna, per spargere sopra vaste estensioni depositi talvolta assai densi.

L'età quaternaria ebbe principio col raffreddamento generale che le valse il nome di epoca glaciale. Nella penisola scandinava, l'abbassamento della temperatura si tradisce dall'aspetto delle roccie, che sono striate e talvolta lisciate dagli antichi ghiacciai fino al livello del mare: esso si riconosce inoltre mercè lunghe file di blocchi erratici accompagnati da argille, da sabbie e da ghiaie che si trovano disseminate su tutto il contorno meridionale della penisola, irradiantesi intorno ad un punto delle Alpi scandinave vicino al luogo ove è posta oggi Stoccolma e che non si ferma nell'Europa centrale, che ad una linea che passerebbe presso a poco vicino a Vikaltkoi, Cula, Cracovia, Breslavia, Lipsia, Annover, Arnheim, ed al nord dell'Inghilterra. Tutti i materiali, così disseminati, hanno attraversato il posto occupato ora dal Baltico e dal mare del Nord, e provengono dalle Alpi scandinave; essi ricevettero dai geologi stranieri il nome di drift. Uguali striature, ed eguale drift sul nuovo continente; solo le traccie dell'azione glaciale si estendono molto più al sud, e si osservano fin verso il 39° grado di latitudine, nella Pensilvania, nell'Ohio, nell'Indiana, nell'Illinois e nell'Iowa; ciò che mostra come già esistessero le linee isotermiche colle loro attuali inflessioni. I materiali trascinati dai ghiacciai antichi racchiudono resti di molluschi che non si rinvengono più che nelle regioni circumpolari. Recentemente affatto (Accademia delle Scienze di Parigi, 11 gennaio 1886), il terreno glaciale fu parimente osservato nell'Africa equatoriale, in Abissinia, a 5 gradi di latitudine nord e 5 di longitudine ovest.

Testimonianze di questa curiosa epoca si rinvengono un po' dappertutto. Soffermiamoci un istante sui nostri paesi, sulla Francia, sull'Italia e sulla regione delle Alpi.

I ghiacciai antichi, come i ghiacciai attuali, hanno lasciato traccie irrecusabili del loro passaggio: un rapido colpo d'occhio gettato sulla lunga catena delle Alpi e nelle valli che s'aprono al loro piede, basta per mostrarci lo sviluppo di questi mari di ghiaccio, e gli spazî percorsi che, per taluni di essi, furono di più di 400 chilometri.

Bisogna raffigurarsi, innanzi tutto, le cime delle nostre montagne assai più elevate di quanto lo sieno attualmente. Una delle ultime oscillazioni del suolo, verso il declinare dell'epoca terziaria, aveva dato compimento all'elevazione più importante del nostro sistema di montagne. Il calcolo del volume delle roccie che le correnti fluviatili, e particolarmente le gla-

ciali, hanno strappato a quelle cime per andare a colmare ben lungi profonde valli, indica per questi monti un'elevazione di molte centinaia di metri superiore a quella che presentano attualmente.

Dal monte Bianco, dal monte Rosa, dallo Spluga, dal Gottardo, dal Brennero, dal Monviso, dal Moncenisio, in una parola, da tutta la catena delle Alpi, questi ghiacci sono scesi ed hanno invaso le valli e le pianure in virtù della loro propria forza d'espansione. La natura del suolo poteva offrire ostacoli alla progressione d'un ghiacciaio e farne anche deviare il corso, in questo caso, il suolo resistente si appalesa profondamente escavato talvolta, ma soprattutto striato, lisciato e arrotondato dallo sfregamento di questi resti di roccie dure che il ghiaccio tiene incassati e trascina nel proprio corso. Ma, allorchè il terreno non era formato che da alluvioni antiche, le onde agghiacciate si sono aperte facilmente un passo, e raggiunsero distanze enormi.

Queste correnti di ghiaccio, simili alle correnti delle acque, hanno depositato ai loro lati ed all'estremità loro quegli ammassi di fango, detto glaciale, che formano vere colline o morene, e seminarono qua e là sul loro percorso i blocchi erratici, enormi talvolta, la cui presenza nei nostri paesi fu, in ogni tempo, oggetto delle più strane leggende.

Gli antichi geologi designano ancora tutti questi materiali erratici col nome di *diluvium*, espressione lasciataci dalla teoria antica ed erronea del diluvio universale, cui era attribuito il loro trasporto.

È col seguire questi depositi morenici, che differiscono essenzialmente dalle alluvioni antiche per l'assoluta mancanza di stratificazione e per le pietre angolose e striate che contengono, che si può tracciare, con esattezza, l'estensione degli antichi bacini glaciali. Col mezzo delle striature ch'essi hanno impresso sulle roccie sottostanti, essi hanno segnato da loro stessi le direzioni seguite nel loro cammino.

Oggidì, diremo noi col signor Chantre, si sa quali sono stati gli antichi ghiacciai dei due versanti delle Alpi, e quale il loro percorso. Senza parlare dei ghiacciai della Reuss, della Linth e di tanti altri dell'interno della Svizzera, citiamo l'immenso ghiacciaio del Rodano, che dal Vallese si è esteso fino alle colline di Lione. Quel ghiacciaio è stato, per così dire, il centro di tutta la rete glaciale formata dai ghiacciai inferiori dell'Arve, dell'Isère, del Drac e della Romanche, ed ha circondato tutto il versante Ovest-Nord e Nord-Est delle Alpi. Esso s'è esteso inoltre, da una parte *fino al di là di Lione*, e, mediante un'altra diramazione spinta al nord, s'è *avvicinato ai Vosgi* attraverso il Giura. La sua massa di ghiaccio dopo aver riempito le valli fra le Alpi e il Giura, all'uscita della stretta gola del Bugey e del Delfinato, s'è estesa a guisa di ventaglio, e la sua ultima morena frontale s'è spiegata a foggia di un mezzo cerchio da Bourg all'altipiano della Bresse, alle colline lionesi ed ai dintorni di Vienna.

Sul versante italiano, gli antichi ghiacciai furono assai numerosi, ma

.iiuno d'essi raggiunse le proporzioni gigantesche del ghiacciaio del Rodano, poichè il ghiaccio non oltrepassò mai le sponde del Po. I ghiacciai della Stura, della Maira, della Vraita, del Po, del Pellice, che si dipartono dalle Alpi marittime, sono più notevoli se si paragonano a quelli della regione del Nord e del Nord-Est. La Dora Riparia ha portato le sue morene fino a Rivoli, presso a Torino: la Dora Baltea s'è inoltrata fino ad

CARTA
degli
Antichi Ghiacciai
(secondo i lavori dei signori:
LORY, MARTINS, DE OTILLET
BENOIT, A. FAVRE, B. GASTALDI
FALSAN e HANTRE

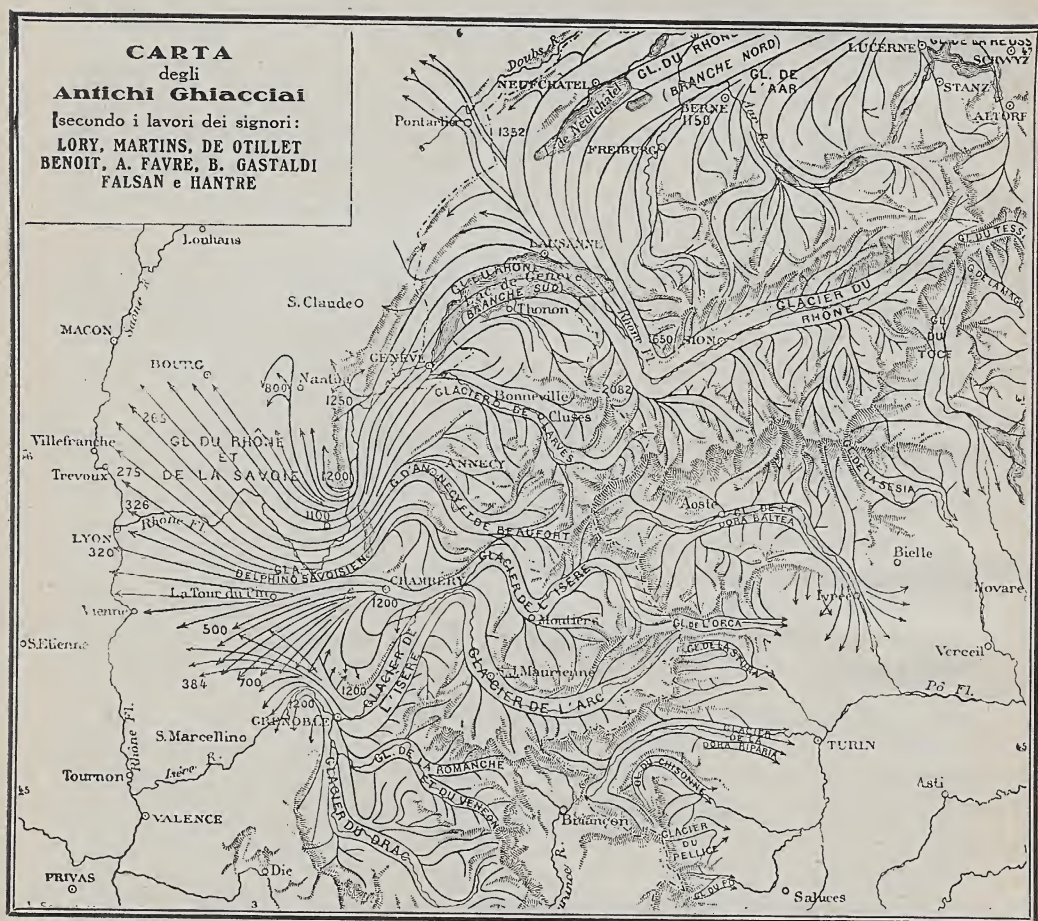



Fig. 388. — Estensione dei ghiacciaî delle Alpi fino a Lione e a Mâconnais.

Ivrea, ove le sue morene terminali formano quasi un circolo. Il ghiacciaio del Ticino, dal corso tortuoso, s'è esteso dal Gottardo fino al di là del lago Maggiore; quello dell'Adda s'è prolungato fino a Monza; il ghiacciaio dell'Oglio raggiunse il laghetto d'Iseo, e, infine, precisamente all'estremità orientale della catena delle Alpi italiane, si notano i ghiacciai dell'Adige, della Brenta, del Piave, il primo dei quali, il più importante di essi, riuniva in sè tutti i ghiacciai del Tirolo, e dal Brennero si estendeva fino al sud del lago di Garda.

Quale spettacolo più imponente di questa massa moventesi di ghiaccio, che calava lungo i pendii di quei monti giganteschi, raggiungendo a poco a poco le valli e le pianure, senz'essere arrestata da verun ostacolo, arrotondando, e striando le roccie inferiori, e lasciando sul suo passaggio, simili a dighe immense, quella sequela di colline moreniche laterali e frontali, che mostra fino a qual livello ha potuto elevarsi? E qual forza doveva avere questa corrente glaciale per trascinare a distanze prodigiose blocchi enormi di pietre granitiche e diverse, strappate ai monti donde avevano origine! Non è raro l'incontrare a grandi distanze dalle nostre cime alpine, roccie della cubatura di più centinaia di metri, giacenti sopra un suolo di natura ben differente, quali, per esempio, la pietra della « Mula del Diavolo », blocco erratico di 624 metri cubi, proveniente dalla Maurienne, e giacente ad Artas, fra Bourgouin e Lione, la Pietra di Rancé, a Villard-les-Dombes, blocco di granito di cento metri cubi, proveniente dal colle del Bonhomme, alla base sud del Monte Bianco, e mille altri disseminati su tutta l'estensione glaciale, la cui origine e natura sono perfettamente riconosciute.

Allo stesso modo che il naviglio solca il mare, portato dai flutti, così i blocchi erratici raggiungevano le pianure, le valli e la sommità delle colline, portati dalle onde di ghiaccio.

D'altronde, quale altro agente abbastanza possente avrebbe potuto operare un tale spostamento? Tutte le supposizioni cui si fece ricorso per darne una spiegazione non hanno resistito all'osservazione esatta e ancor meno quella che attribuiva il trasporto di quei materiali glaciali ai diluvî od a squagliamenti di laghi.

E infatti, quale massa d'acqua di proporzioni abbastanza grandi e dal corso sufficientemente torrenziale, avrebbe potuto far scivolare quei blocchi lungo le alte montagne, spingerli attraverso immensi spazî, e drizzarli spesso sugli altipiani e alla sommità delle colline, ove si vedono tuttora di frequente, ammonticchiati gli uni sugli altri, in equilibrio, al punto da formare vere piramidi? Per quanto violento potesse essere il furore tutto quanto di un mare, non avrebbe potuto ottenere un consimile risultato. Ma, nel mentre scienziati d'ogni scuola rompevano lancie per far trionfare le loro teorie più o meno strane, alcuni semplici pastori davano essi la chiave del problema.

L'umile cacciatore di camosci, il montanaro Perraudin della valle di Bagnes nel Vallese, rivelava pel primo al signor di Charpentier, che i ghiacciai avevano dovuto essere anticamente assai più estesi, ed erano scesi dalla cima e dai fianchi delle montagne trasportando con essi quelle masse di roccie granitiche che avevano loro strappato via. Più tardi, alcuni rozzi carbonai spiegavano la stessa storia come si spiega un fatto naturalissimo. Nulla d'anormale dunque nel cammino dei ghiacciai. Questa rivelazione fu la base delle ricerche e degli studî del signor di Char-

pentier, e servì di guida a tutti quelli che presero poi a sviluppare e ad approfondire tale importante questione.

Essendo il clima divenuto più secco, meno uniforme, e meno abbondante l'evaporazione, i ghiacciai furono di grado in grado sempre meno alimentati; coll'andar del tempo poi il loro volume diminuì a poco a poco, e raggiunse le proporzioni che si conoscono attualmente.

Questo lavorìo di arretramento, lento e intermittente, ha dato luogo alla formazione d'altre morene secondarie, parallele alle terminali, che segnano le differenti stazioni di questi mari di ghiaccio nel loro regresso.

Se taluni particolari rimangono ancora incerti, il complesso dei fatti è sufficientemente dimostrato perchè riesca impossibile il negare che all'aurora dell'epoca quaternaria, siasi prodotta, specialmente nel centro d'Europa, una grande estensione glaciale. Dinanzi alla teoria razionale e positiva, basata su questa dimostrazione di fatti puramente fisici, le tradizioni bibliche e la leggenda del diluvio universale eretta in teoria diluviale, le quali non si sostenevano che coll'intervento del soprannaturale e dell'incomprensibile, sono alla perfine cadute. Bisognerà egli credere ancora all'esterminio della razza umana durante quest'epoca (fatta eccezione per altro degli ospiti privilegiati dell'arca miracolosa) e alla sommersione totale per conseguenza di tutto ciò che germogliava e viveva nel seno ed alla superficie della Terra? In risposta a quest'antica leggenda, la paleontologia ci mostra l'uomo vivente dovunque al limitare di quegli ammassi di ghiaccio, dando la caccia alle renne, all'antilope saiga (1), al cavallo e fin anche al mammuth. Dovunque, ai confini delle regioni glaciali, si rinvengono traccie del suo soggiorno, e numerosi avanzi del suo piccolo mobiliare primitivo che rispondeva ai principali bisogni della vita. Dal canto suo, la paleontologia vegetale e animale ha provato, mercè le sue ultime scoperte, che a quell'epoca fauna e flora vivevano in faccia ai ghiacciai e rendevano testimonianza perfino di un clima relativamente temperato.

La grande estensione dei ghiacciai quaternari è stata comune a tutte le regioni del globo, e ancora ai nostri giorni importanti e numerosi ghiacciai si formano e si muovono in condizioni identiche, se non in proporzioni così vaste, su tutte le grandi catene di montagne, non solo dell'Europa, ma del mondo intiero, principalmente al Caucaso, all'Imalaja, alle Ande di Patagonia, ove il fiume di ghiaccio si stende fino al mare, ed alla Nuova Zelanda ove i blocchi di ghiaccio che si distaccano dal ghiacciaio cadono in mezzo ad una vegetazione lussureggiante di felci arboree. No-

---

(1) È l'antilope delle Indie, dalle lunghe corna a spirale, le quali vengono spesso foggiate a guisa di spada o di pugnale, e costituiscono un'arme nelle mani dei fachiri indiani.

Nota del Trad.

tiamo altresì che la latitudine di tutti questi paesi non oltrepassa guari i 40°. Un freddo eccessivo non è dunque necessario per produrre e alimentare un ghiacciaio, e la sua presenza non influisce per nulla sulle regioni circostanti al punto da paralizzarvi tutta la vita organica.

Dominando sempre i ghiacciai la sommità dei nostri monti, basterebbe una leggiera modificazione nella temperatura per far riconquistare ad essi le loro antiche proporzioni.

Tuttavia non è probabile che noi siamo per essere testimoni d'un tal fatto, data la lentezza di una corrente di ghiaccio in confronto della rapidità così grande della corrente della vita umana. È forse questa una delle cause più potenti che ci tolgono, troppo spesso, di concepire i fenomeni più grandiosi della natura (1).

I geologi ammettono generalmente che dopo una prima epoca di freddo, alla quale corrispondono la lisciatura delle roccie del nord dei continenti, i drift, la prima estensione dei ghiacciai e fors'anche le alluvioni della Bresse e della Crau, si ebbe un'elevazione di temperatura, contrassegnata da un primo regresso dei ghiacciai, dalla disseminazione dei blocchi erratici del Giura e dal *diluvium* della valle del Rodano. Più tardi il ritorno del freddo produsse la riapparizione dei ghiacciai. È a questo secondo periodo glaciale che si riferisce il limo della valle del Reno e del nord della Francia. La temperatura torna ad elevarsi in seguito a poco a poco, e dal momento ch'essa più non differisce da quella che regna oggidì, l'epoca quaternaria cede il posto allo stato attuale.

Sembra dunque che noi possiamo rappresentarci queste età antiche come un'epoca di grandi perturbazioni climateriche. Pioggie, d'una violenza e d'una continuità straordinaria, inondavano le terreferme di veri diluvî. Esse ricoprivano tutto il suolo emerso di bacini d'acqua che si riversavano nei livelli inferiori seguendo i declivî del terreno, scavando a poco a poco le valli d'erosione, e trascinando nel tempo stesso i materiali diluviali abbandonati sul contorno degli ammassi montagnosi. Queste acque ricadevano in nevi nella vicinanza dei poli e così pure sulle cime elevate.

Mercè il vapore acqueo, le nubi e le cadute di nevi, non meno che per l'abbassamento della temperatura, questi ghiacciai invasero ben tosto le montagne e formarono intorno ai poli vaste striscie sviluppantisi gradatamente. Durante gli squagliamenti, zatteroni di ghiaccio galleggiante, trasportarono lontano blocchi erratici, che non è sempre facile distinguere da quelli abbandonati dai ghiacciai. I torrenti scorrono in massima piena; il loro letto viene sempre più scavato. Rifugiati sui sommi altipiani e nelle caverne, gli animali continuano nondimeno a propagarsi. Molti sono vittime del furore degli elementi; tuttavia le loro specie si succedono e si

(1) Ernesto Chantre. *Rivista mensile d'Astronomia popolare.* Settembre 1885.

sostituiscono le une alle altre come nelle epoche anteriori. Insensibili a tutte le catastrofi, gli animali marini continuano in fondo alle acque la loro esistenza tranquilla. Dopo un gran numero di alternative di freddo e di caldo, di pioggie e di squagliamenti, di cui si giungerà senza dubbio a determinare il numero e la durata relativa, i climi finiscono per rimanere stazionarî e incominciano i tempi attuali. Ma i fenomeni di cui si è fatto cenno non sono i soli che abbiano contrassegnato l'epoca quaternaria. Il disordine della natura era complicato da violenti sussulti del suolo. È infatti a quest'epoca che montagne enormi, quali le Cordigliere, prendono il loro rilievo, ed è evidente che un simile sollevamento, pur supponendolo così lento quanto sia possibile, non ha potuto aver luogo senza produrre grandi perturbazioni su sterminate superficie.

Nel tempo stesso, molte spiaggie si abbassano o si sollevano; il Baltico e il Mediterraneo assumono la loro forma moderna. il canale della Manica s'apre e le isole Britanniche si separano dal continente (1).

Se l'esistenza d'uno ed anche di due periodi glaciali è incontestabilmente dimostrata dal fatto de' blocchi erratici trasportati dai ghiacciai, dalle striature e solcature visibili lungo le strade seguite da quei trasporti e dalla conservazione degli animali stessi sepolti in quei ghiacci (rinoceronti, mammuth, ecc.), la *causa* di questa produzione di ghiaccio e di quest'immensa estensione del freddo non è ancora determinata con certezza.

Molte cause sono possibili. E innanzi tutto il sole che ci dà la luce ed il calore può, come molti altri soli dell'immensità, subire fluttuazioni di splendore, e veder talvolta diminuita l'intensità del suo irradiamento. L'astronomia ci ha fatto conoscere l'esistenza di un gran numero di soli variabili, fra i milioni di stelle che cospargono i campi dell'infinito, e molti fra quegli astri divengono perfino in certi periodi completamente invisibili per l'estinzione temporaria della loro luce. Il nostro sole, essendo anch'esso una stella, può egli pure essere una stella variabile, coprirsi di macchie immense, perdere una parte della sua luce e del suo calore irradiante, e, durante anni, ed anche secoli, lasciare la Terra e gli altri pianeti del suo sistema roteare nello spazio, ricevendo un calore insufficiente e sterile. Il risultato di questo abbassamento di temperatura sarebbe quello che si produce in inverno; il freddo, la neve, il ghiaccio. Un tale inverno potrebbe essere rigido, generale, e durante molti secoli. Poi, avendo l'astro del giorno ripreso il suo splendore, la primavera avrà fatto ritorno, colla fusione delle nevi, le pioggie, i corsi d'acqua, la nuova vegetazione e il volgersi naturale delle cose.

Si può obiettare a questa spiegazione che nulla prova che il nostro sole,

---

(1) C. Contejean. *Geologia e Paleontologia.*

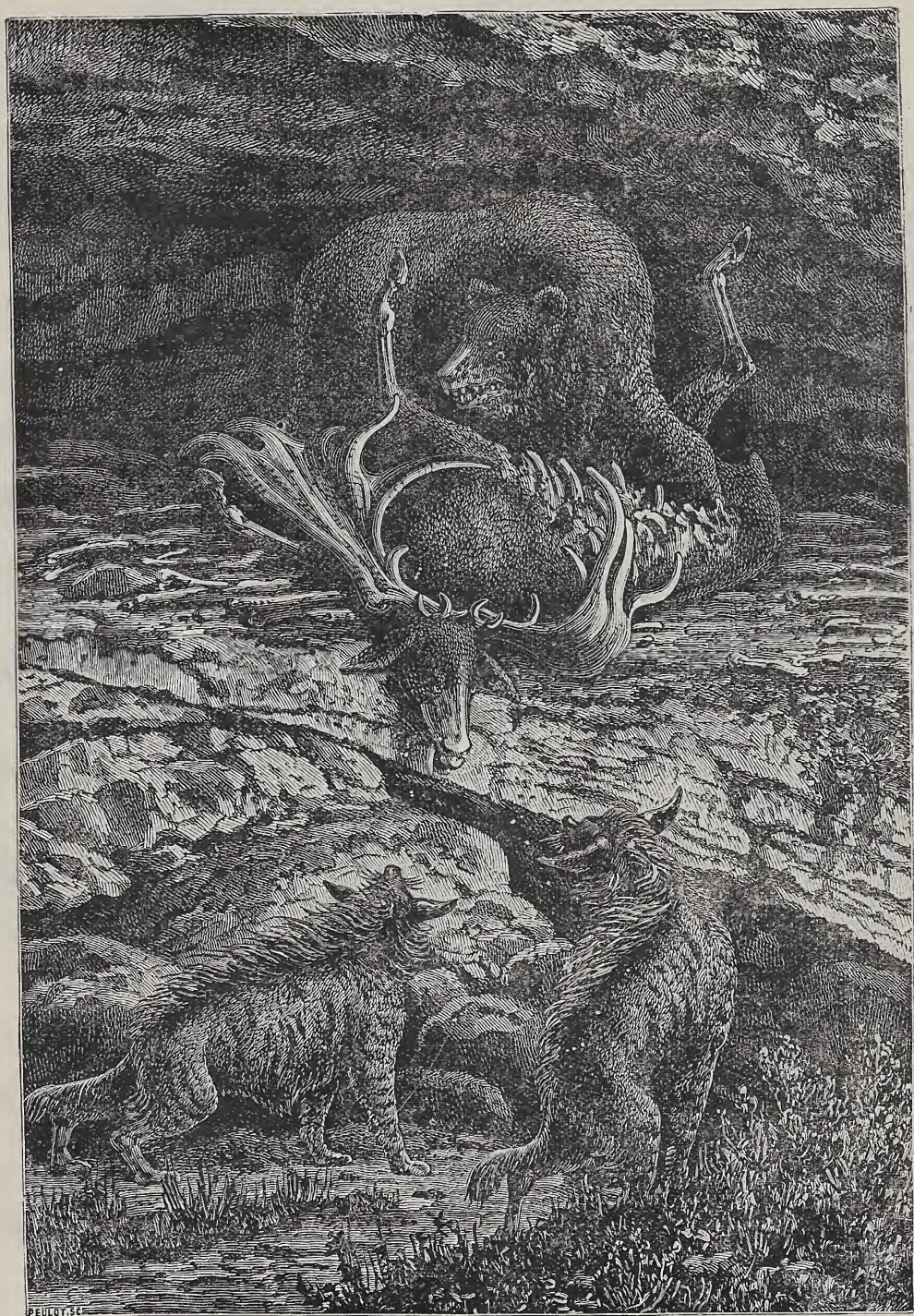



Fig. 389. — I contemporanei dell'uomo primitivo, l'orso delle caverne.

non ostante le sue macchie periodiche ben conosciute sia variabile a questo grado, e che il periodo glaciale abbia estinto la vita terrestre. Tuttavia essa rimane plausibile, poichè basterebbe una differenza di pochi gradi nel calore ricevuto per spiegare l'estensione dei ghiacciai constatata dalla posizione dei blocchi erratici.

Una seconda spiegazione fu domandata alla variazione dell'eccentricità dell'orbita terrestre. I nostri lettori sanno (*Le Stelle*, pag. 733) che l'ellissi descritta annualmente dalla Terra nel suo corso intorno al Sole si gonfia e ridiscende a volta a volta, e che essa è talora differente appena da un circolo — come fra 23 980 anni, per esempio — e talora invece assai allungata — come or sono 850 000 anni. — La variazione si estende da 0,0033 come cifra minima dell'eccentricità, fino a 0,0747 come cifra massima, vale a dire che in questo secondo caso essa è 22 volte più forte che nel primo. Attualmente, quest'eccentricità è di 0,0168: tale essendo la distanza dal centro dell'ellisse al focolare, in funzione di metà del grande asse, ossia in chilometri, 148 000 000 × 0,0168, o 2 486 400. La differenza tra il perielio e l'afelio è dunque attualmente di 4 972 800 chilometri; la Terra è di tutta questa quantità più vicina al Sole il 1.° gennaio che il 1.° luglio, e l'emisfero australe, volto allora verso il lato del Sole, ha un'estate più calda del nostro, il quale non è volto verso il focolare centrale che all'afelio.

Ma vi è una compensazione prodotta dalla differenza delle durate; il periodo d'estate dura otto mesi meno nell'emisfero australe di quello che nell'emisfero boreale, non richiedendo il nostro pianeta che 170 giorni per andare dall'equinozio di settembre a quello di marzo, e impiegandone invece 186 per andare dall'equinozio di marzo a quello di settembre. Questa differenza di 187 ore in favore del nostro emisfero, compensa d'altrettanto più la distanza inquantochè per effetto del maggior spazio di tempo durante il quale il polo artico rimase inclinato verso il Sole, il numero delle ore del giorno oltrepassa nelle regioni boreali il numero delle ore di notte che sono predominanti. La compensazione è essa completa? nello stato attuale delle conoscenze sarebbe temerario l'affermarlo quanto il negarlo.

Al suo massimo punto d'eccentricità, la distanza dal centro dell'orbita terrestre al focolare centrale, si eleva a 148 000 000 × 0,0747, ossia a 11 055 600 chilometri. La differenza tra il perielio e l'afelio si eleva dunque allora a più di 22 milioni di chilometri. Le quantità di calore ricevute al perielio ed all'afelio stanno allora fra di esse nel rapporto da 26 a 19. La differenza di durata fra la sezione dell'orbita dal lato del perielio e quella dal lato dell'afelio subisce un aumento correlativo, torneando la Terra altrettanto più rapidamente quanto più è prossima al Sole, e altrettanto meno velocemente quanto più ne è discosta; all'epoca della maggiore eccentricità, la sezione perielica è percorsa in 164 giorni e l'afelica in 201.

L'emisfero terrestre rivolto verso il Sole all'epoca del perielio ha le sue stagioni d'estate più calde e più corte, i suoi inverni più lunghi e più freddi. L'emisfero rivolto verso il Sole all'epoca dell'afelio ha le sue stagioni d'estate meno calde e più lunghe, e i suoi inverni più corti e meno freddi. Se allorchè si verifica una grande eccentricità, gli inverni sono lunghissimi e freddissimi, la rapidità delle stagioni d'estate, per quanto calde possano essere, può non essere sufficiente per fondere le nevi ed i ghiacci del suolo gelato (come avviene in Siberia), ma solamente essere causa di un'evaporazione attiva che non farà che accrescere la quantità di vapore acqueo, le pioggie, le nebbie, e le nevi. D'altronde, senza vapore acqueo, non sono possibili le nevi. L'inverno del nostro emisfero giungendo all'afelio durante un periodo di grande eccentricità, sarebbe acconciamente predisposto per un periodo glaciale. Ora, l'eccentricità fu fortissima dall'anno 210 000 all'anno 100 000 prima della nostra èra. Le stagioni compiendo il giro dell'anno in 21 000 anni, potrebbe darsi che vi sieno state durante questo periodo cinque fasi glaciali per ogni emisfero, dipendendo del resto l'intensità di ognuna d'esse dalla direzione delle correnti, dai sollevamenti continentali, e da molte altre cause.

Questa seconda spiegazione del periodo glaciale è più probabile della prima: ma parrebbe aver piuttosto favorito il fenomeno anzichè averlo prodotto essa sola, coincidendo, or sarà un migliaio di secoli, con una trasformazione geografica e climatologica che il signor De Lapparent definisce come segue.

Qualunque sieno state le fasi diverse dell'epoca quaternaria, è evidente che la prima e la maggior parte della sua durata fu contrassegnata, nelle regioni montuose del nostro emisfero, dalla grande estensione dei ghiacciai, e, all'infuori delle montagne, dall'estrema attività degli agenti d'erosione e d'alluvione. Ora, questi due fenomeni non sono che due manifestazioni differenti di una stessa causa, l'esagerazione momentanea delle precipitazioni atmosferiche. Per sostituire ai corsi d'acqua dei nostri paesi fiumi scorrenti in massima piena, in letti larghi parecchi chilometri; per permettere su tutti i pendìi uno scorrere d'acque capace di dar origine al loess; per alimentare le sorgenti che producevano i tufi di Moret e di Cannstadt; per adornare le caverne di uno spesso rivestimento di stalagmiti, occorreva che la pioggia fosse infinitamente più abbondante che non ai giorni nostri, e ciò in tutta la zona che si estende dal Sahara fino al centro dell'Inghilterra, come dalla Luigiana fino ai grandi laghi americani.

Questo terzo modo di spiegazione è confermato dall'esame della fauna quaternaria; le innumerevoli ossa di pachidermi, di cui il *diluvium* è riempito, dicono abbastanza quale abbondante vegetazione, conseguenza di un clima dolce e umido, doveva offrirsi agli erbivori.

Si sa d'altronde che nelle epoche anteriori, grandissimi laghi d'acqua

dolce occupavano le valli dei principali fiumi in Europa, e così pure il versante occidentale delle Montagne Rocciose in America. Il mantenimento di questi bacini d'acqua suppone un regime in particolar modo umido, di cui quello dell'epoca quaternaria può non essere stato altro che la continuazione.

Ma ciò che cade in pioggia sulle regioni di scarsa altitudine, prende nelle montagne la forma di neve. Lo stabilirsi di un regime umido ha dunque avuto per conseguenza necessaria la formazione di campi di neve gelata, e più tardi quella di grandi ghiacciai. Questa formazione impossibile dapprima (se non forse dopo l'eocene superiore, nella regione dei Pirenei), in mancanza di condensatori abbastanza importanti, ha potuto costituirsi fin dalla fine del pliocene, e cioè al momento in cui le Alpi e molte altre catene venivano ad acquistare il loro principale rilievo. Non è dunque il freddo che ha fatto nascere il regime glaciale; il freddo è per sè solo impotente a nutrire ghiacciai, come ne porgono prove a sufficienza a 5000 e 6000 metri d'altezza, gli altipiani denudati del Tibet. È il combinarsi d'una grande umidità atmosferica coll'esistenza, fino ad allora press'a poco sconosciuta, di *condensatori* montuosi altrettanto importanti per la loro massa quanto pel loro rilievo assoluto; condensatori tanto più attivi inquantochè all'inizio loro la massa delle Alpi, per esempio, era più compatta di tutto ciò che le erosioni le hanno poscia asportato, nel tempo stesso che l'altitudine delle cime poteva essere, in conseguenza di un sollevamento momentaneo della regione, superiore di molte centinaia di metri a quel ch'è oggidì.

Si vede dunque come lo scorrer delle acque e le grandi correnti torrenziali nelle pianure da una parte, e i grandi ghiacciai nelle montagne dall'altra, furono due fenomeni necessariamente concomitanti, ed ecco il perchè più d'un autore avrebbe voluto, non senza ragione, sostituire alla dizione spesso impiegata di periodo *glaciale*, quella più generale ed altrettanto espressiva di periodo *piovoso*.

Senza dubbio, i progressi del raffreddamento polare, che avevano incominciato a farsi sentire distintamente fino dalla metà dell'èra terziaria, non sono stati completamente estranei a questo risultato; ma non sarebbero bastati, assai probabilmente: e lo studio dei depositi quaternarî delle regioni temperate, di quelle che sfuggivano all'influenza della vicinanza immediata dei ghiacciai, attesta che dall'elefante *meridionalis* all'elefante *antiquus*, e da quest'ultimo all'elefante *primigenius* la transizione ebbe luogo gradatamente, senza che vi sia stata, in questo intervallo, una *subitanea* invasione del freddo.

Partendo da queste premesse, riportiamoci al momento in cui le grandi montagne venivano ad acquistare il loro rilievo, ossia all'aprirsi del periodo pliocenico.

Già da lungo tempo l'emersione dell'Europa si preparava: non vi erano

più guari, in Francia ed in Inghilterra, che laghi d'acqua dolce, e, fin dall'epoca langhiana, la maggior parte del nord della Francia, definitivamente emersa, subiva, sotto forma di sussulti successivi, il contraccolpo dei movimenti orogenici vicini. Un regime idrografico doveva dunque necessariamente stabilirvisi, e i primi rudimenti dei nostri corsi d'acqua cominciavano a scavarsi i loro letti. Il periodo pliocenico non ha potuto che rendere più manifesto quel movimento, facendovi partecipare le regioni montuose di nuova formazione. In tal modo queste ultime, nelle quali le particolarità del rilievo avevano incominciato a disegnarsi fin dal principio del loro sollevamento, furono all'epoca pliocenica il teatro di un'attività di cui fanno testimonianza, fra gli altri depositi, i conglomerati del bacino del Rodano e le alluvioni antiche della Svizzera. È dunque lecito pensare che, allorchè il pliocene volse al suo fine, le principali valli fossero già solcate fino al cuore degli ammassi montuosi, e avessero il loro fondo tappezzato di alluvioni e di ghiaie, mentre sugli altipiani già facevano mostra di sè i più antichi strati di limo. I bacini destinati a ricevere le nevi, e così pure i canali di scolo dei ghiacciai, erano costituiti al principio dell'èra quaternaria, e per riempirli di grande masse di ghiaccio bastò che giungessero nelle nostre regioni occidentali correnti d'aria più abbondantemente pregne d'umidità di quel che nelle epoche precedenti.

Lo studio della distribuzione delle antiche formazioni glaciali fornisce un potente argomento in favore dell'ipotesi che ne attribuisce l'origine ad una esagerazione, nel senso dell'umidità, delle condizioni climateriche attuali. In Inghilterra, come in Scandinavia ed in America, i distretti ove si osservano oggidì le più abbondanti pioggie, furono all'epoca quaternaria i centri di dispersione dei massimi sistemi glaciali. La regione invece dell'America posta nel Wisconsin, e conosciuta sotto il nome di Driftless Area, a motivo dell'assenza del deposito erratico, è precisamente quella in cui, nei giorni nostri, le precipitazioni atmosferiche sono meno abbondanti.

In una parola, l'umidità e l'altezza furono i due grandi fattori del fenomeno glaciale, e ciò che prova come l'influenza della temperatura generale non sia stata che secondaria, è il fatto che sopra una parte ragguardevole della Cordigliera americana, i distretti da cui i ghiacciai sono attualmente scomparsi hanno una temperatura media più bassa di quella delle regioni in cui il ghiaccio s'è conservato. La secchezza dell'aria è dunque stata più efficace come agente d'ablazione, di quel che lo sia stato il freddo come agente d'alimentazione.

Secondo il signor De Lapparent, la causa principale dell'estensione dei ghiacciai all'epoca quaternaria sembra dover essere ricercata nei cangiamenti di clima determinati da circostanze geografiche dello stesso ordine di quelle che, dando origine alla corrente calda dell'Atlantico, hanno così

fortemente deviato verso il Nord le linee isotermiche dell'Europa occidentale.

Alla fine del periodo pliocenico e durante l'epoca quaternaria, il Sahara, l'Arabia, la Persia, paesi oggidì desolati dall'aridità loro, erano soggetti ad un regime di pioggie intense, che davan luogo ad alluvioni di una straordinaria potenza. Questo regime si estendeva ancor più lontano verso l'est, sui deserti attuali della Mongolia, e nei bacini provvisti di un largo sbocco, come quello del fiume Giallo, dava effetto ad enormi accumulazioni di loess. È certo che la zona piovosa s'è spostata verso il nord, e senza dubbio questo spostamento si fa sentire ancor oggi, in quantochè il litorale mediterraneo dell'Africa e dell'Asia Minore è in modo singolare decaduto in confronto a quelle condizioni climatologiche favorevoli che ne facevano, sotto la dominazione romana, una terra così fertile. In contracambio, il clima della Gallia e della Germania è ben lunge dal giustificare la riputazione di rigidità che gli hanno fatto gli storici antichi. Ora i venti, che producono la secchezza o l'umidità, dipendono innanzi tutto dalla distribuzione dei mari e delle terre, e i loro cangiamenti di regime devono coincidere con variazioni d'ordine geografico. La disparizione dell'Atlantide ha dovuto apportare una modificazione notevole nelle correnti. Quest'epoca è stata inoltre quella dei vulcani di Francia, di Spagna e delle rive del Reno.

In queste variazioni geografiche, il rilievo del suolo non ha potuto restare assolutamente fisso; del resto noi abbiamo visto più sopra che non è ancor stabile al giorno d'oggi. Alcune centinaia di metri di più nel rilievo generale del nord d'Europa, basterebbero per la diminuzione della temperatura al grado caratterizzato dall'estensione dei ghiacciai.

In tal maniera può spiegarsi questa famosa epoca glaciale, la quale ebbe fine col periodo diluviale che lasciò alla superficie delle valli quei depositi designati oggi col nome di *diluvium*. Tutti i depositi posteriori ai terreni terziarî, e che formano le parti più superficiali della scorza terrestre, si distinguono dalle formazioni precedenti in quanto che non offrono più, in generale, i caratteri di sedimenti effettuatisi tranquillamente in seno a masse d'acqua, ma piuttosto quelli dei depositi irregolari risultanti da un trasporto rapido più o meno violento, per mezzo di acque correnti.

Questi depositi, generalmente mobili, fangosi o sassosi, si compongono alla base di strati od ammassi irregolari di grosse piastrelle rotolate, frammiste con sabbie e ghiaie che riposano sempre sopra un suolo profondamente scompigliato.

In alto le ghiaie diminuiscono di volume, e passano a sabbie grossolane che divengono sempre più minute. Queste sabbie sono allora zonate, frammiste di piccoli letti di ciottoli, si fanno terrose e si mescolano con fanghi gialli, spesso assai densi, che ricoprono l'intera formazione.

Si riconoscono in esse tutti i caratteri delle alluvioni, ossia dei depositi effettuati nelle acque correnti. Vengono rinvenuti nelle pianure, sugli altipiani, sui pendìi delle colline: riempiscono talora anche le valli, ma in una posizione tale che la loro massa, invece d'essere aumentata dalle acque attuali, tende a diminuire ogni giorno, essendo escavata e solcata continuamente dai fiumi moderni che vi stabiliscono il loro letto e li rimaneggiano, dando luogo a nuovi depositi distintissimi.

Questa disposizone è la stessa dovunque; essi si scaglionano in tal modo a diverse altezze, dal fondo delle valli fino alla sommità, costituendo terrazzi successivi che rappresentano le diverse fasi dell'escavo delle valli. Ma la loro composizione presenta certe differenze, che sono attinenti alla diversità della costituzione dei paesi che ne hanno fornito i materiali. Così nelle alluvioni antiche della valle della Senna, si osservano numerosi blocchi rotolati di granito e di porfido che vengono dal Morvan, ove sono stati strappati a viva forza da un corso d'acque che seguiva il tracciato attuale della Yonne e si riversava come esso nella valle della Senna; mentre, nella valle della Marna, queste stesse alluvioni sono principalmente composte di piastrelle calcaree e di selci rotolate, provenienti dalle pianure cretacee della Sciampagna e dell'altipiano giurassico di Chaumont e di Langres.

Queste ghiaie e sabbie racchiudono, in gran numero, ossa per la maggior parte frantumate, che appartennero a specie oggidì perdute, oppure a specie analoghe a quelle che vivono attualmente, ma in luoghi ben lontani da quelli ove si trovano le loro ossa. Così vi si incontrano, in tutta Europa, resti d'elefanti giganteschi (elephas primigenius), grandi rinoceronti che portavano due corna sul naso (rhinoceros tichorhinus), con ossa numerose di cavalli e di grandi ruminanti (cervi con grandi corni, daini, alci, buoi, ecc.). Denti e porzioni di scheletri di tigre (felis spelæa), di iene (hyæna spelæa) e d' un grand' orso (ursus spelæus) (fig. 389), che raggiungeva la statura d'un bue, indicano parimente che i carnivori erano numerosi nella fauna quaternaria. Anche ippopotami (hippopotamus major) vivevano inoltre in Europa, nei grandi fiumi di quest'epoca. Tutte queste specie sono oggidì estinte; fra le specie emigrate figurano il renne (cervus tarandus) e il ghiottone (gulo luscus) (1), oggidì ritiratisi nella zona glaciale (2).

Il mammuth era sparso in tutto l'emisfero boreale, e non solamente in Asia, ove si sono trovati i primi suoi resti. Da Ottone di Guerike, l'inventore della macchina pneumatica, che fu testimonio nel 1663 della

---

(1) Mammifero dell'ordine dei Mustelidi, attualmente relegato nelle regioni polari, e così chiamato per la straordinaria sua voracità. È di forma tozza, con unghie affilate e taglienti, pelame lucido e fitto di color scuro, massime nella parte dorsale. *Nota del Trad.*

(2) C. VÈLAIN. *Geologia stratigrafica.*

scoperta d'ossa fossili, zanne prese allora per corna, fino a Leibnitz che ebbe il pensiero di comporre di quei resti un animale strano, fantastico, che portava una zanna (a foggia di corno) in mezzo alla fronte, e una dozzina di molari lunghi un piede, venendo fino alle numerose scoperte fatte in Germania, in Russia e in Siberia durante tutto il secolo scorso, i mammuth hanno cessato d'essere animali favolosi, mercè specialmente le discussioni a cui diedero luogo nel nostro secolo sempre nuove e frequenti scoperte.

È noto che sulle rive della Lena e nei ghiacci della Siberia non è

Fig. 390. — Mammuth trovato fra i ghiacci della Siberia, colla sua carne e la sua pelle.

raro il trovare, non solo l'avorio fossile (impiegato nel commercio da tempo immemorabile), ma altresì cadaveri intieri conservati colla carne, colla pelle e col pelame loro.

Il museo di Pietroburgo possiede uno dei più belli esemplari rinvenuti, uno scheletro intiero messo in luce nel 1804, in mezzo ai ghiacci della Lena. Esso non misura meno di sei metri di altezza, e le sue zanne ricurve raggiungevano i quattro metri di lunghezza. Il mammuth era molto più grande dell'elefante. Rinvenimenti di simil fatta non sono rarissimi, e ancor di recente i ghiacci hanno fatto venire a galla un nuovo mammuth quasi altrettanto gigantesco quanto quello del museo di Pietroburgo.

Fra i rinoceronti, ricordiamo il rhinoceros tichorinus, così chiamato perchè un tramezzo osseo separava le sue due narici. È il rinoceronte dalle narici tramezzate, che ebbe una grande importanza in quei secoli antichi e di cui si rinvengono le ossa fossili un po' dovunque. Le sue corna hanno dato luogo ad un'infinità di leggende, e in ispecial modo al famoso « Uccello-pietra » del medioevo che i più pretendevano di ritrovare in seno alla terra, e alle teste di drago degli antichi tempi. Il riconoscimento anatomico di questo fossile data dal 1772, nel qual anno

Fig. 391. — Scheletro e forma probabile del cervo dalle corna gigantesche.

il naturalista Pallas potè studiare uno scheletro intiero tolto di fresco dai ghiacci, sulle rive di un affluente della Lena — e non solamente uno scheletro, ma un cadavere quasi intiero, con carne, pelle, peli e integumenti. — Il corpo del rinoceronte ticorino era coperto di peli, e la sua pelle non offriva le callosità rugose di quella che ricopre oggidì il nostro rinoceronte d'Africa.

Uno dei più magnifici animali antidiluviani ha dovuto essere parimente il cervo gigante, i cui resti si rinvengono assai spesso in Irlanda, nei dintorni di Dublino, frammisti a conchiglie, all'altezza di sessanta metri al di sopra del livello del mare, come pure nei depositi e nei tufi

calcari che si estendono sotto le immense torbiere, e nella torba stessa, a livello del mare. Presso Curragh si trovano scheletri di cervi giganti a pezzi, accumulati in uno spazio ristretto, come se ve ne fossero state sepolte mandre intiere. È da osservarsi che tutti gli individui vi si presentano nel medesimo atteggiamento, colla testa alta, il collo teso, le corna ripiegate lungo la schiena, come se, affondati nel terreno paludoso, si fossero sforzati di respirar l'aria quanto più possibile.

Il genere d'elefante parrebbe aver seguìto la progressione contrassegnata successivamente dalle seguenti specie:

Dinotherium	Miocene.
Mastodonte	»
Elephas meridionalis	Pliocene.
Elephas antiquus	Quaternario antico.
Elephas primigenius (Mammuth) . . .	Quaternario.
Elefanti attuali.	

Al principio dell'èra quaternaria, l'elefante meridionale è scomparso per far posto al suo successore immediato, l'elephas antiquus. Questi regnava sovrano sulla fauna dei nostri paesi, e le sue mandre si aggiravano pacificamente in mezzo alle immense foreste che si estendevano sulle regioni ove Parigi è al giorno d'oggi in tutto il suo splendore (1). L'ispezione dei denti, fra le altre particolarità (fig. 393 e 394), ha tratto i naturalisti a concludere che la seconda specie è una trasformazione della prima, dovuta soprattutto al cangiamento di nutrimento.

L'elefante antico caratterizza la prima età dell'èra quaternaria, l'elefante primigenio la seconda, più fredda; il rinoceronte ticorino la terza età; e la renna la quarta. La fauna è sensibilmente differente in America.

Una grande quantità degli animali terrestri esistevano fin dal principio del periodo durante il quale si formano molti tipi nuovi. Vi è dunque un passaggio affatto insensibile dalla fauna quaternaria alla fauna contemporanea; e le due epoche sono così separate piuttosto dalla cessazione dei fenomeni fisici e climaterici del periodo glaciale e diluviale e dall'inaugurazione della tranquillità attuale, che da una differenza nella fauna e nella flora. Ciò è tanto più manifesto inquantochè se gli animali contemporanei risalgono spesso all'epoca quaternaria ed anche all'epoca

---

(1) Al momento in cui diamo l'ultima mano a quest'opera (seconda edizione, febbraio 1886), un lettore dei primi fascicoli, il signor Tony Giroudon, ci ha portato una zanna quasi intiera d'elephas antiquus trovata nel novembre 1884 alle porte di Parigi, a Livry (Seine et Oise) in una cava di gesso, a 45 metri di profondità. Questa zanna diritta, o assai leggermente ricurva, misurava circa m. 1,50 di lunghezza. Benchè ridotta essa stessa allo stato di gesso e di una troppo facile disgregazione, vi si riconoscono a prima vista gli stati concentrici dell'avorio, e il fossile è rimasto intatto. L'animale era colà sdraiato nel gesso da forse centomila anni.

L'elephas antiquus e l'elephas primigenius erano assai sparsi nei nostri paesi. Noi ammiravamo ancor di recente, presso uno dei nostri colleghi d'infanzia, il signor J. Legrand, a Montigny e a Bourmont (Alta Marna), una magnifica collezione di curiosi esemplari rinvenuti in diversi punti dell'est e del centro della Francia.

terziaria, molte specie quaternarie non ebbero fine che nei tempi moderni. Il mammuth sopravisse alle ultime catastrofi, l'uro esisteva ancora, non è molto tempo, nelle foreste della Gallia e della Germania, e gli auroch non sono ancora completamente scomparsi da quelle della Lituania e del Causaco.

In Europa, i mammiferi quaternari erano orsi, leoni, jene, rinoceronti, elefanti, cervi, buoi, quasi tutti di statura gigantesca; poi insettivori, rosicanti, carnivori, ruminanti, cavalli, cignali, ecc., la maggior parte

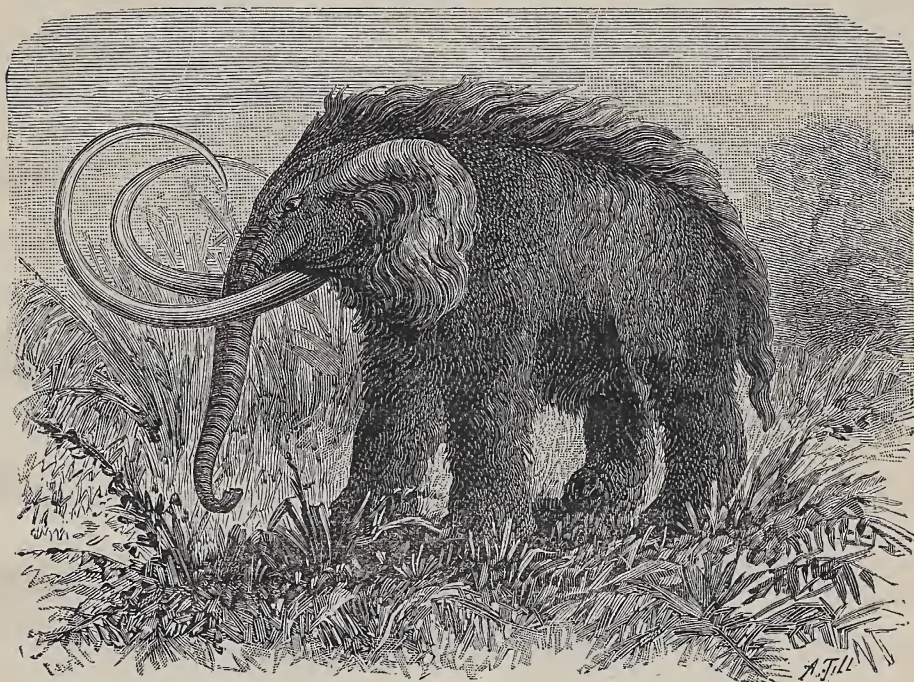



Fig. 392. — Il mammuth elefante primigenio.

dei quali sussiste ancora. L'orso delle caverne era grande come un cavallo (1), l'elefante lanoso, o mammuth, oltrepassava di molto i suoi congeneri attuali, e portava enormi zanne alquanto ricurve a spirale; il cervo delle torbiere, dalle corna palmate, aveva almeno la statura dei nostri buoi, e certe specie di buoi raggiungevano dimensioni straordinarie. Questa mescolanza d'animali di paesi freddi e temperati con altri che noi siamo abituati a considerare come abitanti dei paesi caldi, non

(1) Avanzi di quest'orso vennero rinvenuti anche nelle caverne dei monti lombardi, e così a Laglio sul lago di Como, e recentemente nella Buca del Noga in Valsolda per opera dell'operoso e valente professore Castelfranco Questi avanzi, fra cui uno scheletro intero proveniente dal Buco dell'Orso sopra Laglio, sono visibili nelle sale a terreno nel Civico Museo di Milano.
Nota del Trad.

ha più nulla di meraviglioso, dal momento che si sa come il mammuth e il rinoceronte a narici tramezzate erano rivestiti d'una *folta giubba di lana e di crini*, come ne fanno testimonianza gli esemplari trovati nei ghiacci della Siberia. È dunque naturale il rinvenire nello stesso tempo, nel mezzogiorno della Francia, i resti di orsi e di jene delle caverne, del rinoceronte, del mammuth, dello struzzo, del cavallo, della renna, del ghiottone e perfino del bue muschiato delle regioni artiche. La durata di quest'epoca glaciale fu ragguardevole; gli animali terrestri se ne sono accorti, e per vincere i rigori del clima si sono ricoperti d'uno spesso pelame.

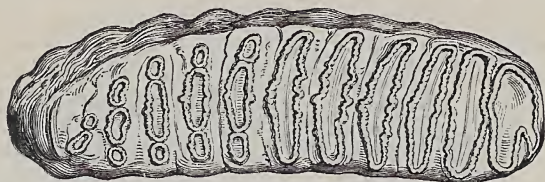



Fig. 393. — Dente molare dell'elefante antico, 1/3 della grandezza naturale.

In America i depositi diluviali sono estesissimi, e per di più ricchi in modo particolare di ossa; ma questa fauna presenta con quella che noi vedemmo testè in Europa grandi differenze. Così, nelle varie specie

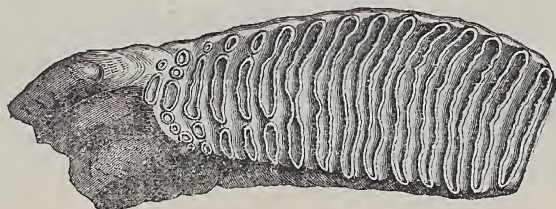



Fig. 394. — Dente molare di mammuth (alveoli serrati, trasformazione del dente dell'elefante antico), 1/3 della grandezza naturale.

di limo e nei tufi calcarei che ricoprono le immense pianure della Plata, nell'America del Sud, e che vengono chiamate le Pampas, si trova un numero considerevole di mammiferi, i cui scheletri sono per la maggior parte intieri, e fra cui si notano sovrattutto enormi sdentati, quali il magatherium e il mylodon, che già conoscemmo nel periodo pliocenico in Europa, e il singolare megalonyx (fig. 395) più speciale al continente americano. Vi si riscontrano altresì armadilli giganteschi, fra i quali il più cospicuo era il glyptodon, associati a castori, a cavalli, a tapiri, ecc., mentre i grandi animali più frequenti e più notevoli della fauna quaternaria europea, il mammuth, il rinoceronte, l'orso delle caverne, l'ippopotamo, mancano affatto.

Il glyptodon (fig. 396) era un armadillo gigante, che misurava più di

tre metri di lunghezza; era avvolto e protetto da una fitta corazza, composta di parti ossee solidamente collegate.

In Australia, i mammiferi quaternari erano esclusivamente marsupiali: è la stessa cosa oggidì, ma i loro rappresentanti attuali non sono che nani in confronto delle specie d'altri tempi.

Infine, nella Nuova Zelanda, i mammiferi facevano quasi difetto come oggidì; essi erano sostituiti da uccelli giganteschi, i moas (dinornis), che potevano raggiungere l'altezza di quattro metri, e le cui uova lunghe da 32 a 34 centimetri, avevano una capacità di nove litri.

Questi fatti sono importanti e ci mostrano che ai tempi quaternari le distinzioni fra le diverse faune, che sono così recise nell'epoca attuale, erano già assai evidenti.

Ossa lavorate, schizzi d'animali e un'infinità di vestigi dell'industria

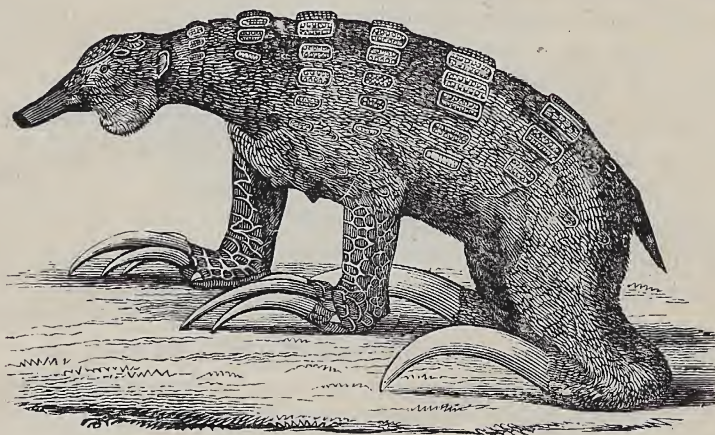



Fig. 395. — Il megalonyx, mammifero sdentato quaternario del continente americano.

grossolana delle prime età, e così pure resti fossili dell'uomo stesso, ci attestano come i primi uomini hanno assistito ai fenomeni che noi abbiamo testè descritto; essi hanno contemplato le inondazioni diluviali, furono testimoni della prodigiosa estensione dei ghiacciai, hanno veduto elevarsi catene di montagne ed hanno potuto osservare la formazione d'un gran numero di specie animali. Ma essi non erano ancora osservatori. Tutto quanto s'è conservato nella memoria dell'umanità è un vago ricordo dei pericoli a cui essa fu in balìa, e degli animali che minacciavano la sua esistenza. I mostri ed i giganti abbondano nei primi racconti, e le tradizioni di tutti i popoli fanno menzione di inondazioni e di diluvi raffazzonati in modo singolare dalla favola. Non è qui il luogo di cercare di districare la storia, ancora sì oscura, delle prime età dell'umanità; constatiamo solamente col geologo Contejean, che si sono trovate le vestigia delle diverse razze umane; che le più antiche par

rebbero accostarsi alle popolazioni più degradate dell'Africa del Sud e dell'Australia, e che molte erano antropofaghe. « È assai lentamente, e col decorso dei secoli, che l'umanità s'è a poco a poco elevata dallo stato selvaggio alla barbarie, e poscia alla civiltà; bisogna dunque rinunciare assolutamente al sogno così seducente di un edenismo, durante il quale la nostra specie, uscita perfetta dalle mani del Creatore, avrebbe fruito d'una felicità senza pari. »

L'uso della pietra ha preceduto quello dei metalli, e in questa *età della pietra* si può, in ragione del grado di perfezione più o meno grande degli strumenti di selce impiegati, constatare due ère principali; la prima, detta paleolitica, in cui gli strumenti di pietra sono semplicemente tagliati; la seconda, detta neolitica, o della pietra lisciata, pel motivo che questi strumenti, più finamente lavorati, sono più spesso lisciati.

È ormai provato che l'uomo esiste sulla terra da un'epoca assai remota. I documenti scritti ci riconducono appena a cinque o seimila anni addietro; i resti più antichi degli edifici costrutti ad un'epoca anteriore, e che sono essi pure archivi di pietra, datano forse da venti secoli prima, ma al di là di questo ben breve periodo storico, che comprende appena la durata di centocinquanta generazioni successive, si estende il periodo certamente assai più lungo, della tradizione pura. Allora, diremo noi con Eliseo Reclus, l'umanità nascendo colla coscienza dell'esser suo, ricollegava i secoli ai secoli per mezzo delle leggende, degli inni, delle forme simboliche, delle memorie dei grandi avvenimenti. Migrazioni, guerre di razze, alleanze, sterminî, conquiste del lavoro, s'incorporavano nella religione stessa, e sotto una forma sempre più alterata si trasmettevano d'età in età, come l'eredità dei popoli. Più anticamente ancora, nella lontana incognita dei tempi, i nostri antenati vivevano della vita delle bestie feroci nelle foreste e nelle caverne. La tradizione, non meno dell'istoria, è muta su questo periodo della razza umana; ma le assise della terra, interrogata ai giorni nostri dagli antropologhi e dai geologi, cominciano a rivelarci ad un tempo l'esistenza e i costumi di questi antenati testè appena sconosciuti.

Un sì gran numero di resti umani e prodotti in tanta quantità dell'industria primitiva furono scoperti in questi ultimi tempi, che non rimane più alcun dubbio relativamente alla lunga durata della nostra specie. Non solamente i nostri barbari antenati abitavano le foreste nello stesso tempo del bisonte, ma prima di quell'epoca vivevano altresì durante il periodo glaciale, allorchè la Francia e la Germania avevano l'aspetto della Scandinavia attuale e che le renne, oggidì relegate nella vicinanza della zona boreale, percorrevano i ghiacci delle Alpi e dei Pirenei. Anteriormente ancora, ad un'epoca in cui il clima europeo, che più tardi doveva tanto raffreddarsi, era invece molto più caldo che ai giorni nostri, l'uomo delle caverne aveva per contemporanei alcune spe-

cie di rinoceronti e di elefanti ora scomparsi, e già taluni artisti, umili antecessori dei Fidia e dei Raffaelli, si provavano ad incidere sui loro strumenti figurine di donne e imagini di mammuth e di cervi, che si sono conservate nell'argilla delle grotte. Prima di quest'epoca l'uomo lo si ritrova ancora in lotta per la dominazione contro un nemico terribile, il grande orso delle caverne, di cui ci lasciò egualmente disegni sulla pietra; e più innanzi, nell'immensa profondità delle età altri resti, quelli degli elefanti *antiquus* e *meridionalis*, ci apprendono che i nostri antenati erano già nati durante un periodo della vita terrestre che si credeva ancor testè essere stata separata dall'epoca attuale da una serie di brusche innovazioni (1).

Tale è stato l'ultimo dei periodi geologici, abbozzato nelle sue grandi

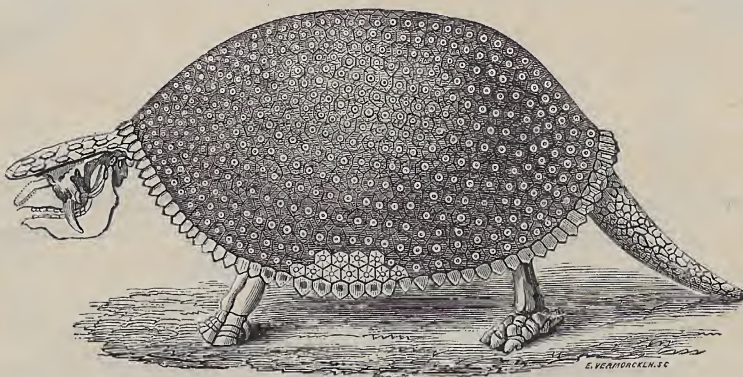
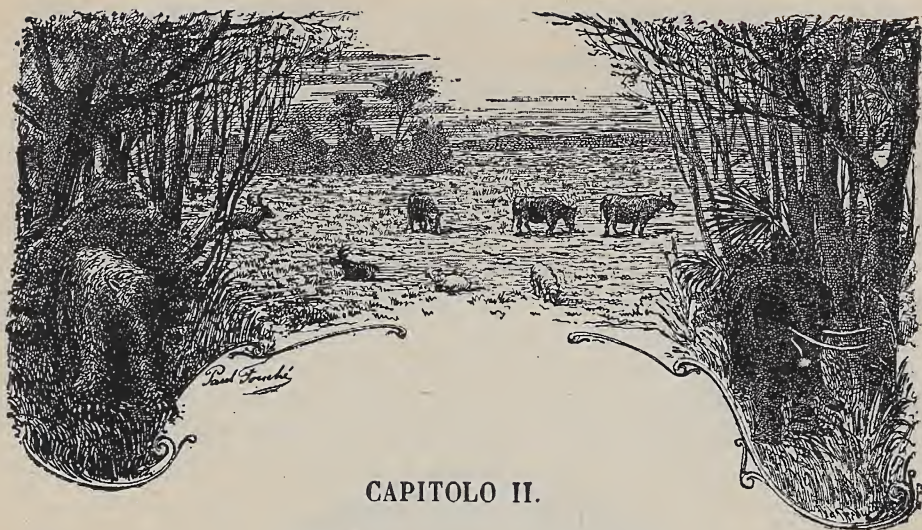



Fig. 396. — Scheletro ricostituito di glyptodon (America del Sud).

linee. L'intento di quest'opera sarebbe oramai raggiunto colla comparsa del genere umano anteriormente all'epoca quaternaria, nè è questo il luogo di estenderci sulla storia speciale di questa stessa epoca quaternaria e su quella delle *prime età dell'umanità*. Per noi, la nostra missione, in questo lungo lavoro, era di mostrare come, per mezzo della successione delle specie, la natura ha progressivamente condotto la vita dal protoplasma fino all'uomo sur un pianeta divenuto abitabile dopo essere stato nebulosa e sole. Tocca ai nostri lettori a decidere se essi hanno ora fra mani tutte le testimonianze acquisite dalla scienza per dare alfine la soluzione del gran problema.

(1) Eliseo Reclus. *La Terra*, II, p. 624.

CAPITOLO II.

LA CREAZIONE DELL'UOMO (1).

La creazione naturale dell'uomo — i nostri lettori l' hanno già compreso — non incomincia storicamente col titolo di questo capitolo; ma risale per le sue origini, alle prime pagine di questo volume. È insensibilmente, gradatamente, progressivamente che l'evoluzione degli esseri è giunta al punto in cui noi la vediamo attualmente nell'umanità. Sarebbe altrettanto impossibile il dire quando l'uomo ebbe principio, quanto il dire a qual momento la rosa abbia incominciato ad esser tale. Dalla terra attuale, coperta dei prodotti dell'umanità militante, e sparsa di campi, di praterie, di città, di villaggi, di strade, di ferrovie, si risale insensibilmente alla Terra degli iguanodonti, dei dinosauri, dei labirintodonti, alle età primarie, alla nebulosa. Tutto è transizione, trasformazione, evoluzione.

La parentela dell'uomo cogli organismi che lo hanno preceduto nell'ordine della vita terrestre è dimostrata da fatti assolutamente incontestabili. Questi fatti numerosi e diversi possono essere classificati in molte serie, eloquentemente concordanti: 1.° L'anatomia comparata mostra l'identità della costruzione del corpo umano con quella delle specie animali più elevate nella gerarchia zoologica, dallo scheletro fino agli organi ed ai minimi particolari del corpo; 2.° la fisiologia stabilisce che l'organo più caratteristico della specie umana, il cervello s' è progres-

(1) Come osserva il Flammarion stesso, la presente opera viene ad essere ultimata col capitolo precedente che conduce il lettore alla fine dell'epoca quaternaria ed alla comparsa dell'uomo; — ma diamo un succinto riassunto anche del presente capitolo, quantunque la questione della « Creazione dell'uomo e dei primi tempi dell'umanità » formi parte di un'opera d'egual formato della presente, compilata dal signor Du Cleuziou e uscita da poco tempo.

Nota del Trad.

sivamente formato e sviluppato nelle specie animali per giungere gradatamente e senza bruschi salti al cervello umano; 3.° l'osservazione dell'intelligenza degli animali prova ch'essi possiedono ad un grado minimo tutte le facoltà intellettuali dell'uomo, ordinariamente in uno stato assai rudimentale, ma talora sviluppato in modo veramente notevole; 4.° questa parentela fisica e morale dell'uomo cogli animali superiori ha lasciato inoltre traccie, che non si possono negare, negli organi atrofizzati che esistono nell'organismo umano, eredità degli antenati primitivi, e nei fatti d'atavismo o di ritorno dell'uomo verso le sue origini; 5.° l'embriologia constata che, ancor oggi, ogni essere umano passa, nel seno della propria madre, per le fasi animali anteriori; e che innanzi d'essere uomo ciascuno di noi fu uovo, rettile, quadrupede; 6.° la geo-

Urango Scimpanzè Gorilla Uomo

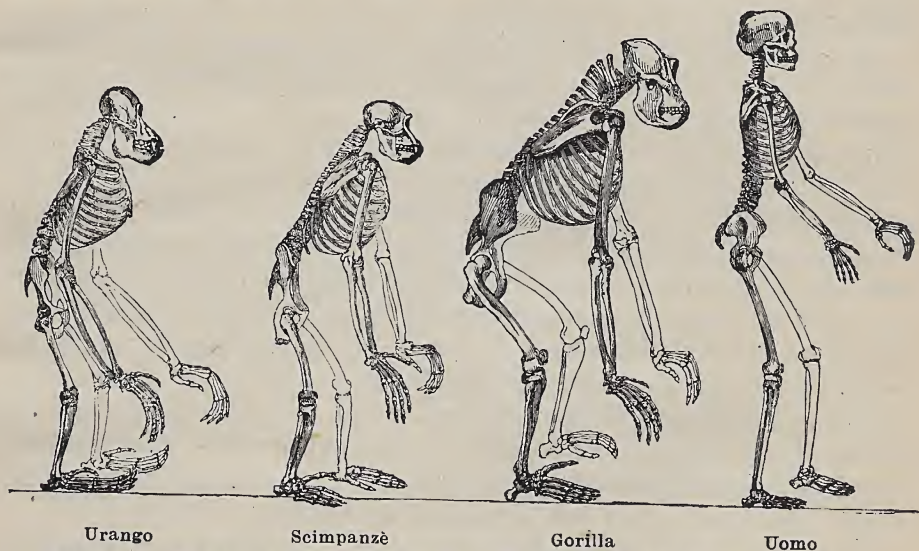



Fig. 398. — Scheletri comparati dell'urango, del scimpanzè, del gorilla e dell'uomo.

logia e la paleontologia stabiliscono che in realtà tale fu il modo di procedere della natura perchè gli esseri di cui si rinvengono i fossili, dai zoofiti e dai molluschi fino all'uomo, progressivamente e perfezionandosi senza tregua, mostrano un albero che si fa grande dalle radici alla cima, e un parallelismo completo fra l'ordine logico indicato dalla fisiologia e la successione reale della specie nella storia del mondo. Di queste diverse serie che comprendono il complesso delle osservazioni scientifiche alle quali noi possiamo far ricorso per la soluzione del gran problema, la sesta fu l'oggetto di tutta quanta la presente opera, e i nostri lettori ne hanno apprezzato con sovrabbondanza l'interesse ed il valore. Le cinque altre sono già state abbozzate nelle loro grandi linee, allorchè abbiamo studiato le origini e le progressioni della vita.

Aggiungendo però qualche maggior schiarimento, osserviamo innanzi

tutto come l'anatomia comparata stabilisca un'identità di costruzione fra il corpo umano e quello degli animali superiori. È un *fatto* che niuna obiezione basata sul sentimento vale a distruggere. Ma devesi dire con ciò che questa analogia basti per stabilire che noi discendiamo dalla scimia? Certamente no. E d'altronde converrebbe esaminare innanzi tutto *a qual scimia* si debba offrire la palma. Non v'è troppo da affrettarsi, ma neppure da chiudere gli occhi al vero. Il nostro corpo è costrutto come quello degli animali superiori. Se l'uomo fosse stato l'oggetto diretto di una creazione speciale, estranea a quella delle altre specie viventi, questa rassomiglianza organica non avrebbe alcuna ragione di essere. Essa sarebbe perfino strana, inesplicabile e umiliante, soprattutto inesplicabile, se l'uomo fosse stato creato allo stato di perfezione angelica. All'opposto, essa trova una spiegazione ben naturale se apparteniamo all'albero della vita terrestre.

Se noi paragoniamo (fig. 398) allo scheletro umano quello delle scimie più vicine all'uomo per l'organismo loro, non possiamo astenerci dal convenire che la rassomiglianza tra quegli scheletri è grande. La statura generale, le coste, le gambe, le braccia, la colonna vertebrale, la testa lasciano un'impressione ben viva e reale di rassomiglianza. Si manifestano differenze nei particolari. Il cranio delle scimie è bestiale, le braccia sono assai lunghe, e soprattutto la statura umana, eretta, verticale, ha in sè certa qual nobiltà cui non ponno pretendere le altre. Ma non si sente come un'ascensione graduale dello scheletro animale verso la nobiltà umana? Paragonate uno scheletro di quadrupede: cane, cavallo o leone (fig. 386, pag. 623) con quello dell'urango e vi accorgerete tosto che vi ha maggior distanza fra il cavallo o il leone e la scimia, che tra la scimia e l'uomo. E nondimeno il leone può essere considerato come uno degli animali superiori: la sua faccia, il suo sguardo, la sua fierezza, il suo aspetto (fig. 399) non hanno già qualche cosa d'umano?

Se dallo scheletro ci spingiamo più oltre e consideriamo il complesso dell'organismo corporeo; se, andando ancora più in là, osserviamo l'organizzazione intellettuale, la vita e i costumi delle scimie, la rassomiglianza coll'umanità, e soprattutto colle razze inferiori, si fa sempre maggiore e giunge ad una evidenza ognora più manifesta. Senza dubbio, è piuttosto pei lati cattivi che ci rassomigliano; ma non mancano, anche secondo il Brehm, che non sembra prediligerle, di certa intelligenza e di spirito vivo e pronto.

D'altronde sono le razze umane inferiori (fig. 400) che stabiliscono una transizione fisica e intellettuale fra le scimie antropoidi e le razze europee; — non mancano esempî di razze poste così in basso, che vennero naturalmente collegate alle scimie, come, a modo d'esempio, gli Ottentoti e i Boschimani.

In tal modo l'uomo occupa indubbiamente, per la sua intelligenza, il

primo posto nella serie degli esseri, e impera a ragione su tutto ciò che ha vita sul pianeta, ma è pur giocoforza riconoscere che non presenta differenza radicale coi suoi più prossimi vicini, le scimie antropoidi. Anatomicamente sono gli stessi organi, costrutti e disposti nell'eguale maniera, e non se ne discostano che per differenza di secondaria importanza; i piedi, le mani, la colonna vertebrale, il torace, il bacino, gli organi dei sensi, tutto è organizzato nello stesso modo: il cervello, nella sua struttura e per le sue circonvoluzioni, è pure identico fisiologicamente, e sono ancora le stesse funzioni che si svolgono in un'unica maniera: — le loro malattie infine sono simili. Tutte le differenze fisiche di qualche serietà risiedono nel volume del cervello, che è tre volte più sviluppato nell'uomo, e nelle sue proprietà di cui la ponderazione e la coordinazione dànno a quest'ultimo il giudizio, la ragione e l'intelligenza, che sono il più bel fiore della sua corona. Sotto il rispetto morale poi, noi abbiamo riconosciuto *la graduazione dello spirito* dagli animali fino all'uomo.

Questa duplice ascensione fisica e morale dell'animalità verso l'umanità fu correlativa allo sviluppo del cervello. È un fatto della maggior importanza. I saurî, i dinosaurî, i quadrupedi e i mammiferi dell'epoca secondaria sono tutti notevoli per l'esiguità del loro cervello. Questo organo del pensiero s'accresce durante i tempi terziarî per giungere gradatamente fino al cervello delle scimie superiori. La legge è generale, benchè vi siano diverse eccezioni in talune specie di uccelli, nei sorci, ecc., ma l'accrescimento è notevole nel complesso dello sviluppo del regno animale. Non è già che il grado dell'intelligenza sia sempre in rapporto col volume e col peso del cervello: noi vedremo quanto prima che lo è piuttosto col numero e colla profondità delle circonvoluzioni cerebrali; tuttavia, essendo il cervello l'organo del pensiero, si comprende come lo sviluppo del pensiero abbia avuto luogo correlativamente all'accrescimento dell'organo.

Il peso del cervello è, in media, di 1484 grammi per l'uomo europeo, e di 1262 per la donna d'ugual razza. Si tratta qui parimente delle stature medie. Il volume ed il peso del cervello essendo naturalmente in rapporto colla statura di tutto quanto un corpo, il peso assoluto non deve mai essere considerato indipendentemente dalla statura del corpo a cui appartenne. La differenza del peso tra il cervello mascolino e il femmineo ha soprattutto per causa l'ugual differenza fra il peso dell'uomo e quello della donna. L'uomo europeo pesa in media 70 chilogrammi e la donna 65; la statura media dell'europeo è di m. 1,65 e quella della donna di m. 1,53; la statura della donna sta a quella dell'uomo come 93 a 100, e il peso dei cervelli come 85 a 100. Tenuto conto della debita proporzione, il cervello della donna è dunque in realtà un po' più leggiero del cervello dell'uomo.

Il cervello s'accresce col lavoro e coll'attività di cui è la sede. Il suo

peso, che noi vedemmo testè eguale a 1485 grammi per l'uomo europeo adulto, varia da 2000 grammi fino a 1000. Se ne sono perfino trovati d'inferiori e superiori a questi due limiti, ma si trattava senza dubbio allora di casi patologici.

Si vede che nell'europeo il peso del cervello è circa un 50.° del peso totale del corpo normalmente costituito (nè obeso, nè etico).

Questo peso diminuisce di mano in mano che si discende nell'ordine intellettuale come lo indicano le misure seguenti:

	Grammi	Rapporto col peso del corpo
Peso medio del cervello dell'uomo europeo	1405	1/50
» » del meticcio di mezzo sangue	1334	1/52
» » del negro	1330	1/55
Peso di alcuni cervelli australiani	1000	1/70
» » di gorilla	475	1/48

Fig. 399. — Testa di leone del Sennaar, visto di faccia.

Questi differenti esseri offrendo press'a poco l'egual statura e lo stesso peso, le proporzioni sono all'incirca quelle che noi abbiamo registrate nella seconda colonna. Tali proporzioni diminuiscono allorchè si esaminano altri mammiferi, elefanti, cani, cavalli, leoni, tigri, buoi: ecco alcuni di tali rapporti:

	Rapporto al peso del corpo
Cani	1/312
Elefanti	1/300
Cavalli	1/633
Buoi	1/700

Ma, come osservammo testè, questi rapporti non basterebbero per apprezzare il grado intellettuale; bisogna aggiunger loro la natura delle circonvoluzioni. Esaminate, per esempio, il cervello umano europeo, e voi noterete a prima vista le numerose circonvoluzioni che lo caratte-

rizzano. Senza entrare in alcun particolare anatomico, basti il dire che, in tesi generale, i cervelli che lavorano hanno le circonvoluzioni più distinte, più contorte di quelli che rimangono inerti. L'anima modella in certa maniera la sostanza cerebrale. Si sa che gli atti di pensiero e d'iniziativa personale hanno luogo nella sostanza grigia che costituisce la scorza degli emisferi cerebrali, e che le sensazioni si trasmettono per mezzo delle fibre, il cui complesso forma la massa bianca centrale. I nostri lettori sanno pure che il cervello è diviso in due emisferi simme-

Fig. 400. — Antropofaghi dell'Africa centrale nel 1870, secondo il viaggio di Schweinfurth

trici, che l'emisfero a sinistra presiede ai movimenti del lato destro, e il destro a quelli di sinistra, e che il primo ha una preminenza importante sul secondo; esso è più pesante, più ricco in circonvoluzioni, più attivo nelle operazioni del pensiero e, fatto più grave, è in esso (nella terza circonvoluzione frontale sinistra) che risiede la facoltà del linguaggio; un accidente in questa località del cervello sopprime la parola o apporta nel linguaggio disturbi straordinarî.

Quanto più vi è sostanza grigia e superficie su cui possa svilupparsi in strato continuo, e tanto più le operazioni intellettuali acquistano in possanza, a tal uopo, la superficie si ripiega, si rigira in maniera di mol-

tiplicare la sua estensione. Tale è l'ufficio delle circonvoluzioni, rigonfiamenti allungati e tortuosi, separati da solchi più o meno profondi. Il loro sviluppo in numero ha per conseguenza la diminuzione d'ognuna d'esse in particolare. Circonvoluzioni grosse e semplici sono un segno di debole intelligenza, in qualsiasi razza umana; le circonvoluzioni piccole e con ripiegamenti numerosi sono un segno di grande capacità intellettuale.

Le piccole specie di mammiferi hanno il cervello più sviluppato delle grandi (relativamente alla loro statura); il sorcio, per esempio ha, in relazione al proprio corpo, maggior cervello dell'uomo. Ma queste specie hanno il cervello completamente liscio e senza circonvoluzioni di sorta alcuna. Tale organizzazione raggiunse l'identico risultato mediante due procedimenti di cui ognuno ha la sua importanza.

Se si paragona al cervello umano quello delle specie che sono anatomicamente e fisiologicamente a noi più vicine, si constata che il numero delle circonvoluzioni s'accresce dalle specie di scimie poste più in basso fino all'uomo. L'uistiti, il più basso di tutti, ha il cervello assolutamente liscio; il macaco offre alcune circonvoluzioni; il numero ne aumenta rapidamente di specie in specie; e tutto ad un tratto, quasi senza transizioni, negli antropoidi, nei scimpanzè, negli uranghi e nei gorilli esse si rivelano colle loro maravigliose complicazioni. Le circonvoluzioni essenziali, sole comuni a tutti i cervelli umani, si rinvengono, senza eccezione, nei cervelli dell'orang-utang e del scimpanzè. Vi è un abisso tra il cervello dell'uistiti e quello del scimpanzè; non vi è che una lieve differenza fra quest'ultimo e il cervello umano, e basta a convincersene il paragonare fra loro i disegni della fig. 401.

Il paragone delle diverse razze umane e delle scimie dà risultati analoghi, quando si esaminino la capacità cranica e l'angolo facciale:

Capacità del cranio.

Europei	Centimetri cubi	1568
Cinesi	»	1518
Abitanti della Nuova Caledonia.	»	1460
Negri dell'Africa	»	1430
Australiani	»	1347
Nubiani	»	1329
Gorilli	»	531
Uranghi	»	439
Scimpanzè	»	421
Leoni	»	321
Cani di Terra Nuova	»	105

Si è osservato che i cranî del dodicesimo secolo, trovati negli antichi cimiteri di Parigi, sono un po' più piccoli di quelli dei Parigini attuali. La proporzione è da 1504 centimetri cubi a 1558.

L'angolo facciale è altrettanto più aperto quanto più la fronte è sviluppata e la razza intelligente. Ecco alcune misure:

Razze bianche	Medie	82° a 77°
» gialle	»	76° a 69°
» nere	»	69°

Quello dei Francesi è in media di 78.°; quello dei Cinesi, di 72.°; quello degli abitanti della Nuova Caledonia, di 70.°; quello dei Negri dell'Africa Occidentale, di 67.°; quello dei Boschimani, di 60.°

Rimane la questione: quale sia fra i quattro generi di cui si compongono le scimie antropoidi, quello più prossimo all'uomo.

Il gibbone deve essere messo da parte. Per le sue circonvoluzioni cerebrali e pel complesso della sua colonna vertebrale, esso è realmente superiore, ma per le proporzioni delle sue membra, la ristrettezza del suo bacino, e la disposizione dei suoi muscoli, stabilisce la transizione ai piteciani.

L'urango occupa parimente un posto sfavorevole per taluni caratteri anatomici che gli sono propri, e per le proporzioni del suo scheletro, pei suoi piedi e le sue mani difettose; ma si eleva d'alcun poco per le sue circonvoluzioni cerebrali, pel suo angolo facciale, per le sue coste, pei suoi denti, e fors'anche per la sua intelligenza.

Lo scimpanzè ha per sè la ricchezza delle circonvoluzioni cerebrali, le proporzioni del suo scheletro, la disposizione dei suoi femori e la fisionomia generale del suo cranio.

Il gorilla ha infine in suo favore il volume del cervello, la direzione del suo sguardo, la sua statura, le proporzioni generali delle sue membra, la disposizione dei suoi muscoli, della sua mano, del suo piede, del suo bacino; ma ha tredici paia di coste, una colonna vertebrale difettosa, e canini assai lunghi.

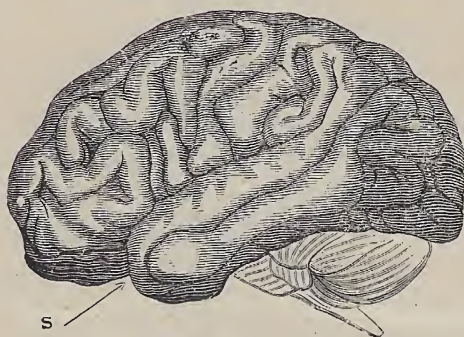
Ognuna delle tre grandi scimie antropoidi si avvicina più o meno all'uomo per certi caratteri, ma nessuna li riunisce tutti. Parimente nelle razze umane inferiori, nessuna è in modo particolare designata, e neppure la razza boschimana, come discendente da un antropoide; esse non fanno che avvicinarsene più o meno per l'uno o per l'altro carattere. È dunque lecito il pensare che l'uomo non discende da veruna delle specie *attuali* di scimie: esso non è che cugino germano dell'antropoide; l'antenato comune è al di là. Forse il dryopiteco, al quale il signor Gaudry ha attribuito la possibilità d'aver tagliate le selci, era prossimo parente di quell'antenato, il cui regno risale a più di centomila anni.

Come conclusione dunque possiamo dire che l'uomo è l'ultimo prodotto della vita terrestre, il coronamento attuale dell'intero albero genealogico del regno animale, l'ultimo nato e il più perfetto dei mammiferi. E come le scimie e i mammiferi discendono dal marsupiale, il marsupiale dall'anfibio, l'anfibio dal pesce, il pesce dall'invertebrato, l'invertebrato dal protoplasma, il protoplasma dal regno minerale, così noi abbiamo seguìto quest'albero della vita nascente e sviluppantesi attraverso le età, dall'epoca primordiale inorganica fino all'èra attuale.

Rimarrebbe un'altra questione, quella della data a cui si deve far risalire l'apparizione dell'umanità sulla Terra; ma riesce evidente che

non è possibile il precisare questa data, inquantochè quell'apparizione non fu subitanea e la nostra razza s'è *gradatamente* formata. Mancano d'altronde i documenti per precisare la regione in cui s' è manifestato questo progresso. Tuttavia abbiamo fondate ragioni di pensare che l'umanità primitiva avente un rudimento di linguaggio, che viveva allo stato

Cervello di macaco,

Cervello di scimpanzè.

Cervello della venere ottentotta.

Cervello del matematico Gauss.
Fig. 401. — Le circonvoluzioni del cervello e l'intelligenza.
S. — Partizione del cervello per mezzo della scissura di Sylvius.

d'associazioni, e si fabbricava istrumenti di pietra, ecc., data da *più di centomila anni*, e noi possiamo collocare altresì quest'origine del progresso umano definitivo in Asia, verso la regione del golfo Persico, d'onde la razza intelligente s' è sparsa nel mondo.

Considerato dal lato morale, il carattere psichico essenziale dell'uomo

Fig. 402. — Liberatasi dalla crisalide animale, l'Umanità domina oggidì il mondo, aspirando al progresso eterno.

è la sua facoltà d'astrazione, ed è ben questa la facoltà specifica della anima umana. Ma questa facoltà, oggidì caratteristica, è relativamente recente. Noi possiamo indicare le fasi del suo sviluppo e seguire passo passo i progressi dello spirito umano. Nelle stesse scienze più moderne, nelle invenzioni più nuove, nelle applicazioni più ingegnose, chi ha intelligenza meglio favorita, l'uomo più laborioso e più accorto, nulla crea, ma si serve degli elementi che gli sono forniti dallo stato attuale della scienza per fare un passo di più e andare più lungi. Così cammina, così ha sempre camminato il Progresso.

Certo l'umanità attuale è ancor lontana dall'esser perfetta; certo la ignoranza è ancora assai grande; vi sono ancora oggidì troppi uomini *che non pensano*, che vivono senza nulla cercare, senza saper nulla, senza avere un'idea alcuna, nè della costituzione dell'Universo, nè del pianeta ch'essi abitano, nè della storia dell'Umanità; larve strane di una razza in formazione! Tuttavia il mondo cammina! Scienze, arti, letteratura, gusto, morale, tutto s'eleva non ostante i bruti ed i pedanti. Il regno dello spirito sta per giungere. Il sentimento del bene s'afferma come quello del vero; la virtù, a somiglianza del sapere, fa sempre più grande l'uomo e lo purifica. È consolante il riconoscere nel cammino della storia anime quali Gesù, Socrate, Platone, Marco Aurelio o Vincenzo de' Paoli, il cui ricordo pieno di benevolenza è calma e riposo pel pensiero. Noi possiamo salutare l'èra definitiva della razza umana terrestre. Il nostro pianeta progredisce. Liberatasi dalla crisalide animale, l' Umanità domina oggi il mondo, aspirando al progresso eterno (fig. 402).

Sì, il progresso è la legge della Natura; tutte le pagine di questa opera ne sono una costante attestazione; lo scopo attraente di tutte le tendenze dello spirito umano è la ricerca della Verità. Tutto il resto non è che ombra. Il destino d'ognuno di noi è di elevarsi sempre più nella sfera intellettuale, e noi non siamo forse che gli iguanodonti dell'umanità futura. Senza dubbio l'avvenire è più coperto di nubi del passato; esso rimane ancor avviluppato di misteri; ma ieri ancora la creazione delle cose e degli esseri ci sembrava altrettanto impenetrabile quanto il destino loro. Ed ora invece già alcuni veli si sono squarciati, e noi incominciamo a distinguere in quali modi queste fasi si sono prodotte. È una garanzia ed una speranza in favore del progresso delle nostre conoscenze. Quanto prima forse noi sapremo risolvere l'enigma della vita futura come abbiamo incominciato a veder dissiparsi le nebbie che nascondevano il passato. Conserviamo per divisa: *verità! luce! speranza!...* E continuiamo a vivere nel divino mondo dello spirito!

FINE.

INDICE

LIBRO V.

L'età terziaria.

LIBRO VI.

L'età quaternaria.

PROSPETTI E QUADRI GEOLOGICI INSERITI NEL TESTO.